

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is a micro switch array containing two or more electric microswitches. A micro switch array, wherein each member of two or more microswitches is a gestalt of a layer of the 1st electrode / semiconductor / 2nd electrode and this semiconductor layer is the unit object shared by member of an array.

[Claim 2] The micro switch array according to claim 1, wherein two or more microswitches have been arranged at an array in which x-y addressing is possible.

[Claim 3] The micro switch array according to claim 1, wherein a semiconductor is an inorganic semiconductor.

[Claim 4] The micro switch array according to claim 1, wherein a semiconductor is an organic semiconductor.

[Claim 5] The micro switch array according to claim 2, wherein a semiconductor is an organic semiconductor.

[Claim 6] The micro switch array according to claim 4, wherein an organic semiconductor is chosen from a group which consists of multilayer structure of conjugate organic semiconductor polymer, a conjugate organic semiconductor polymer blend, a semiconductor organicity molecule, a semiconductor organometallic molecule, a molecule blend or a semiconductor organicity molecule, and such a material.

[Claim 7] The micro switch array according to claim 1, wherein at least one electrode is a metal electrode.

[Claim 8] The micro switch array according to claim 1, wherein at least one electrode contains conductive organic polymer.

[Claim 9] The micro switch array according to claim 1, wherein at least one electrode contains a buffer layer which adjoined a semiconductor layer.

[Claim 10] The micro switch array according to claim 1, wherein at least one electrode is transparent.

[Claim 11] A three-dimensional micro switch array containing a stack of two or more arrays according to claim 1.

[Claim 12] A three-dimensional micro switch array containing a stack of two or more arrays according to claim 2.

[Claim 13] A sensor array producing an electrical signal according to a stimulus as which it is a multi-element voltage switchable sensor array containing the micro switch array according to claim 1, each element of an array is connected to each member of two or more sensor elements, and series, and said sensor element is detected.

[Claim 14] The sensor array according to claim 13 which can be multi-element voltage switched, wherein a sensor is a sensor of a thin layer and this self is a gestalt of a layer of the 1st sensor electrode / sensor semiconductor / 2nd sensor electrode.

[Claim 15] The sensor array according to claim 14 which can be multi-element voltage switched, wherein a sensor semiconductor is an organic semiconductor.

[Claim 16] The sensor array according to claim 15 which can be multi-element voltage switched, wherein a microswitch and a sensor share a common electrode.

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特許出願 (参考)
H 0 1 L 49/02		H 0 1 L 49/02	2 G 0 6 5
G 0 1 J 1/02		G 0 1 J 1/02	Q 4 M 1 0 4
H 0 1 L 27/146		H 0 1 L 35/24	4 M 1 1 8
51/00		27/14	C 5 F 0 8 8
29/872		29/28	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 57 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-529758(P2000-529758)
 (86) (22) 出願日 平成11年2月2日(1999.2.2)
 (85) 翻訳文提出日 平成12年8月2日(2000.8.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/US99/02239
 (87) 国際公開番号 WO99/39394
 (87) 国際公開日 平成11年8月5日(1999.8.5)
 (31) 優先権主張番号 60/073,411
 (32) 優先日 平成10年2月2日(1998.2.2)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

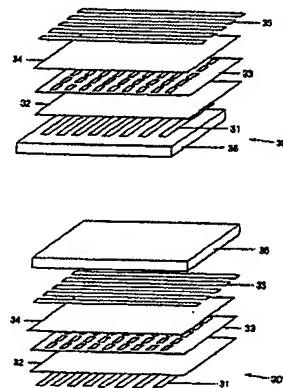
(71) 出願人 ユニアクセス コーポレーション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 93117,
 サンタ バーバラ, コルトナ ドライ
 ブ 6780
 (72) 発明者 ユ ガン
 アメリカ合衆国 93111 カリフォルニア
 州 サンタ バーバラ カミノ カンバー
 ナ 667
 (72) 発明者 カオ ヨン
 アメリカ合衆国 93117 カリフォルニア
 州 グレータ ボモナ コート 436
 (74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X-Yアドレス指定可能な電氣的マイクロスイッチアレイとこれを使用したセンサマトリックス

(57) 【要約】

本発明は、一般的に、薄膜半導体膜を含む二端子の電氣的マイクロスイッチを製造すること、およびこれらのマイクロスイッチを使用して列一行 (x-y) のアドレス指定可能なマイクロスイッチマトリックスを構築することに関する。これらのマイクロスイッチは二端子の装置であり、これらを通して電流および電位 (またはこれらの導関数または積分値) が、外部バイアスの大きさまたは極性によりオンおよびオフ切り換えされうる。マイクロスイッチは、電極/半導体/電極の薄膜配置で半導体の薄膜から作製される。列一行のアドレス指定可能な電氣的マイクロスイッチマトリックスは、高画素密度で大面積で作製されうる。このようなマトリックスは、外部の物理的条件 (光照射、温度、圧力、磁場のような) に応じて変化する電氣的特性を有するセンサ層と集積化され、これによって種々の検出マトリックスを形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の電氣的マイクロスイッチを含むマイクロスイッチアレイであって、複数のマイクロスイッチの各々のメンバーが、第 1 の電極／半導体／第 2 の電極の層の形態であり、該半導体層がアレイのメンバーによって共有されたユニット体であることを特徴とするマイクロスイッチアレイ。

【請求項 2】 複数のマイクロスイッチが $x-y$ アドレス指定可能なアレイに配置されたことを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 3】 半導体が無機半導体であることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 4】 半導体が有機半導体であることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 5】 半導体が有機半導体であることを特徴とする請求項 2 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 6】 有機半導体が、共役有機半導体ポリマー、共役有機半導体ポリマーブレンド、半導体有機分子、半導体有機金属分子、分子ブレンドまたは半導体有機分子およびこのような材料の多層構造からなる群から選択されることを特徴とする請求項 4 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 7】 少なくとも 1 つの電極が金属電極であることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 8】 少なくとも 1 つの電極が導電性有機ポリマーを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 9】 少なくとも 1 つの電極が半導体層に隣接したバッファ層を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 10】 少なくとも 1 つの電極が透明であることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロスイッチアレイ。

【請求項 11】 複数の請求項 1 に記載のアレイのスタックを含むことを特徴とする三次元マイクロスイッチアレイ。

【請求項 12】 複数の請求項 2 に記載のアレイのスタックを含むことを特徴とする三次元マイクロスイッチアレイ。

【請求項 1 3】 請求項 1 に記載のマイクロスイッチアレイを含む多素子電圧切り替え可能センサアレイであって、アレイの個々の素子が複数のセンサ素子の個々のメンバーと直列に接続され、前記センサ素子が検知される刺激に応じて電気信号を生じることを特徴とするセンサアレイ。

【請求項 1 4】 センサが薄層のセンサであり、これ自身が第 1 のセンサ電極／センサ半導体／第 2 のセンサ電極の層の形態であることを特徴とする請求項 1 3 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 1 5】 センサ半導体が有機半導体であることを特徴とする請求項 1 4 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 1 6】 マイクロスイッチとセンサが共通の電極を共有することを特徴とする請求項 1 5 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 1 7】 請求項 5 に記載のマイクロスイッチアレイを含む多素子電圧切り替え可能センサアレイであって、アレイの個々のメンバーが複数のセンサ素子の個々のメンバーと直列に接続され、前記センサ素子が検知される刺激に応じて電気信号を生じることを特徴とするセンサアレイ。

【請求項 1 8】 センサが、薄層センサであり、これ自身が第 1 のセンサ電極／センサ半導体／第 2 のセンサ電極の層の形態であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 1 9】 センサ半導体が有機半導体であることを特徴とする請求項 1 8 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 2 0】 マイクロスイッチとセンサが共通の電極を共有することを特徴とする請求項 1 9 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 2 1】 さらに支持基板を含むことを特徴とする請求項 1 5 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 2 2】 センサが光を検知することを特徴とする請求項 1 5 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 2 3】 第 2 のセンサ電極が検知される光に対して透明であることを特徴とする請求項 2 2 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 2 4】 光が可視光を含むことを特徴とする請求項 2 2 に記載の多

素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 25】 光が紫外光を含むことを特徴とする請求項 22 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 26】 光が赤外光を含むことを特徴とする請求項 22 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 27】 センサが X 線を検知することを特徴とする請求項 15 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 28】 センサが電子、 β 粒子および γ 線放射から選択されるイオン化された高エネルギー粒子を検知することを特徴とする請求項 15 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 29】 センサが表面の圧力を検知することを特徴とする請求項 15 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレ。

【請求項 30】 センサが表面の温度を検知することを特徴とする請求項 15 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 31】 二次元の $x-y$ アドレス指定可能な形態で作製された請求項 13 に記載の多素子電圧切り換え可能センサアレイ。

【請求項 32】 多素子電圧切り換え可能センサアレイ、すなわち、
該センサアレイが、複数のセンサ素子の個々のメンバーと直列に接続されたアレイの複数の個々の素子を有するマイクロスイッチアレイと、バイアス電圧源を含み、

該マイクロスイッチアレイが、複数の電氣的マイクロスイッチを含み、複数のマイクロスイッチの各メンバーが第 1 の電極／半導体／第 2 の電極の層の形態であり、該半導体層がアレイのメンバーによって共有されるユニット体であり、該複数のマイクロスイッチが $x-y$ アドレス指定可能なアレイに配置された第 1 の電極の行および第 2 の電極の列によって定義され、個々のマイクロスイッチの各々の $x-y$ アドレス指定可能な位置が x 座標を定義する特定の第 1 の電極と、 y 座標を定義する特定の第 2 の電極によってただ 1 つに定義され、

前記センサ素子が検知される刺激に応じて電気信号を発生する、
多素子電圧切り換え可能センサアレイの個々のメンバーを駆動する方法であって

該方法が、

個々のメンバーを定義する特定の第1の電極と特定の第2の電極の間に、マイクロスイッチのターンオン電圧よりも大きい正のバイアス電圧を加え、残りの第1の電極と残りの第2の電極を浮動状態のまま残す工程、および

特定のセンサ素子によって発生される電気信号を読む工程
とを含むことを特徴とする方法。

【請求項33】 アレイの多数のメンバーが順次に駆動されることを特徴とする請求項32に記載の方法。

【請求項34】 多素子電圧切り替え可能センサアレイ、すなわち、

該センサアレイが、複数のセンサ素子の個々のメンバーと直列に接続されたアレイの複数の個々の素子を有するマイクロスイッチアレイと、バイアス電圧源を含み、前記バイアス電圧源が「高い」バイアス電圧状態、0バイアス電圧状態および「低い」バイアス電圧状態を提供でき、

該マイクロスイッチアレイが、複数の電気的マイクロスイッチを含み、複数のマイクロスイッチの各メンバーが第1の電極／半導体／第2の電極の層の形態であり、該半導体層がアレイのメンバーによって共有されるユニット体であり、該複数のマイクロスイッチがx-yアドレス指定可能なアレイに配置された第1の電極の行および第2の電極の列によって定義され、個々のマイクロスイッチの各々のx-yアドレス指定可能な位置がx座標を定義する特定の第1の電極と、y座標を定義する特定の第2の電極によってただ1つに定義され、

前記センサ素子が検知される刺激に応じて電気信号を発生する、
多素子電圧切り換え可能センサアレイの個々のメンバーを駆動する方法であって

該方法が、

個々のメンバーを定義する、特定の第1の電極に正のバイアスを加え、特定の第2の電極に負のバイアス電圧を加え、これによって前記メンバーのターンオン電圧を越えさせ、そして、残りの第1の電極に負のバイアスをかけるか、または残りの第2の電極に正のバイアスをかけ、これによって残りの複数の個々の素子

をオフの状態のまま残す工程、および

特定のセンサ素子によって発生される電気信号を読む工程
とを含むことを特徴とする方法。

【請求項 3 5】 アレイの多数のメンバーが順次に駆動されることを特徴とする請求項 3 4 に記載の方法。

【請求項 3 6】 多素子電圧切り換え可能センサアレイ、すなわち、

該センサアレイが、複数のセンサ素子の個々のメンバーと直列に接続されたアレイの複数の個々の素子を有するマイクロスイッチアレイと、バイアス電圧源を含み、前記バイアス電圧源が第 1 のバイアス電圧と第 2 のバイアス電圧を提供することができ、この 2 つのバイアス電圧間の差がマイクロスイッチアレイのメンバーのターンオン電圧を上回り、

該マイクロスイッチアレイが、複数の電氣的マイクロスイッチを含み、複数のマイクロスイッチの各メンバーが第 1 の電極／半導体／第 2 の電極の層の形態であり、該半導体層がアレイのメンバーによって共有されるユニット体であり、該複数のマイクロスイッチが $x-y$ アドレス指定可能なアレイに配置された第 1 の電極の行および第 2 の電極の列によって定義され、個々のマイクロスイッチの各々の $x-y$ アドレス指定可能な位置が x 座標を定義する特定の第 1 の電極と、 y 座標を定義する特定の第 2 の電極によってただ 1 つに定義され、

前記センサ素子が検知される刺激に応じて電気信号を発生する、
多素子電圧切り換え可能センサアレイの一連の個々のメンバーを駆動する方法であって、

該方法が、

第 1 の電極全てに第 1 のバイアス電圧をかけ、個々の素子の特定の列を定義する特定の第 2 の電極にバイアスをかける第 2 のバイアス電圧をかけ、これによって素子の特定の列をオンにし、残りの複数の個々の素子をオフの状態のまま残す工程、および

センサ素子の特定の列によって発生される電気信号を読む工程
とを含むことを特徴とする方法。

【請求項 3 7】 特定の列センサー素子によって発生される信号を読む工程

がデジタルシフトレジスタまたはデジタルデコードにより行われ、特定の列内の一連のセンサ素子により発生される電気信号に対応した一連の電気信号を生じることを特徴とする請求項 33 に記載の方法。

【請求項 38】 三次元マトリックスを形成するように積み重ねられたことを特徴とする複数の請求項 13 に記載のセンサアレイ。

【請求項 39】 多重検知機能をもつ集積化されたセンサアレイを形成するように積み重ねられたことを特徴とする複数の請求項 13 に記載のセンサアレイ。

【請求項 40】 センサ素子のアレイの頂部に電極－半導体－電極型の電気的マイクロスイッチを配設することを特徴とする請求項 6 に記載のアレイの製造方法。

【請求項 41】 電極－半導体－電極型の電気的マイクロスイッチのアレイの頂部にセンサ素子のアレイを配設することを特徴とする請求項 6 に記載のアレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の背景)

(発明の分野)

本発明は、概して、薄膜半導体による電氣的マイクロスイッチおよびこのようなマイクロスイッチで構成された列一行 ($x-y$) のアドレス指定可能な電氣的スイッチマトリックスに関する。これらのマイクロスイッチは2端子の装置を有しており、これらを通して電流、電位あるいはこれらの導関数または積分値が、外部バイアスの大きさまたは極性によりオンおよびオフ切り替え可能である。これらは金属/半導体/金属の薄膜の配置で、薄膜半導体から作製されている。列一行のアドレス指定が可能な電氣的マイクロスイッチマトリックスは、高画素密度で、大面積をカバーできるように作製されている。このようなマトリックスには、外部の物理的条件 (例えば、フォトン放射、温度、圧力、X線、磁場) に応じて変化する電氣的特性を持った1つの (または幾つかの) 追加の層と一体化され、これにより、多様な検出器マトリックスが形成できる。

【0002】

(従来技術の簡単な説明)

従来の電氣スイッチは大電流、高パワー用途のリレーのような電氣機械的装置である。一方、高画素密度で、種々のセンサー用途用の、列一行のアドレス指定が可能な電氣的マイクロスイッチに一般的な興味が存在する。この用途に対しては、独立した機械的なリレーで作成されたスイッチは、かさ高すぎ、サイズが大きすぎ、スイッチングスピードが遅すぎる。自動制御の産業で、典型的には、 10^2 より少ないチャンネルが、1枚の制御板に見られる。

【0003】

相補型金属酸化物半導体 (CMOS) 技術と電界効果トランジスタ技術を使用して半導体ウエハ上の大規模集積回路 (LSICs) にスイッチング回路を作製している。代表的なスイッチング回路は、一連の電界効果トランジスタによって構築され、これはアクティブマトリックスアレイとして知られる。このようなマイクロスイッチは高画素密度二次元イメージセンサおよびメモリ装置の製造に使

用されてきた。しかしながら、大型センサの応用例でこのようなアクティブマトリックスアレイを使用することは、材料や製造コストにより制限されていた。

【0004】

当初、液晶ディスプレイ (LCDs) の必要性から開発された、ガラスおよび石英基板上の薄膜トランジスタ (TFT) 技術は、活性モード (AM) のマイクロスイッチ基板の他の例を提供した。AM-LCDsでの利用に加えて、アモルファスシリコン (a-Si) p-i-nフォトセルを用いてa-SiTFTパネル上に作成された大型のフルカラーイメージセンサが報告された [J. Yorkston et al., Mat. Res. Soc. Sym. Proc. 116, 258 (1992); R. A. Street, Bulletin of Materials Research Society 11 (17), 20 (1992); L. E. Antonuk and R. A. Street, 米国特許第5, 262, 649 (1993); R. A. Street, 米国特許第5, 164, 809 (1992)]。

【0005】

FETは3つの端子を有する能動装置 (active device) である。このようなスイッチユニットで作成されたマイクロスイッチパネルは、しばしばアクティブマトリックスと呼ばれる。各FETのドレイン電流はゲート電圧によりオンおよびオフ切り替えすることができる。代表的なオン/オフ比は $10^4 \sim 10^8$ の範囲である。

【0006】

本発明に示すように、固体型マイクロスイッチはまた、金属/半導体のショットキーダイオード、金属/半導体/金属 (MSM) 装置、p型半導体/n型半導体 (p-n) 接合装置、またはp型半導体/絶縁体またはドーピングされていない半導体/n型半導体 (p-i-n) 接合装置のような二端子型の受動装置から製造可能である。この電流のオン/オフは外部バイアスの大きさや極性により行える。

【0007】

本発明は、MSM構造またはそのバリエーションの構造の受動装置を含む大型

で、高画素密度のマイクロスイッチマトリックスを開示する。本発明は、また、このような大型で、高画素密度のマイクロスイッチマトリックスを製造する方法も開示する。有機または無機のいずれかの半導体は薄膜の形である。無機材料（例えば、セレン、ゲルマニウム、シリコン、Ge-Si合金、ZnS、CdSまたはCdSe）で作成された薄膜装置は、数十年の間に開発され、例えば、光起電エネルギー変換を含めた多くの用途に使用されてきた。金属-有機物-金属MSM薄膜構造の有機ダイオードも研究されている〔有機分子および共役ポリマーで作製した有機MSM装置のレビューに対しては以下を参照されたい：James C. W. Chien, *Polyacetylene: Chemistry, Physics and Material Science*, Chapter 12 (Academic, Orlando, 1978) ; G. A. Chamberlain, *Solar Cells* 8, 47 (1983) ; J. Kanicki, in *Handbook of Conducting Polymers*, T. A. Skotheim, Ed. (Dekker, New York, 1986) 〕。しかしながら、これらの初期の装置の性能（I-V特性で決定される）は電氣的スイッチとして使用するには不充分であった。

【0008】

材料の品質と装置の製造プロセスの両方の改良に伴い、整流比 $10^5 \sim 10^6$ を有する有機MSM装置が、最近示された〔D. Braun and A. J. Heeger, *Appl. Phys. Letters* 58, 1982 (1991) ; G. Yu, C. Zhang and A. J. Heeger, *Appl. Phys. Letters* 64, 1540 (1994) 〕。

【0009】

適切なブレンディング法を導入することにより、および、二層半導体膜のような装置の構造の変形により、またはコンタクトとして異なる金属を選択してキャリア注入を改善することにより、整流比はさらに改善されうる〔I. Parker, *J. Appl. Phys.* 75, 1656 (1994) 〕。このような有機MSM装置は、電流密度 10 mA/cm^2 で 10^4 時間を越える期間、連続的に動作させることができる〔G. Yu, C. Zhang, Y. Yang and A

. J. Heeger, Annual Conference of Materials Research Society, San Francisco, April 1995]。

【0010】

本発明に開示したように、これらの高い整流比を有する薄膜MSM装置は面積の固体マイクロスイッチボード（パネル）を高画素密度で作製するのに使用できる。

【0011】

（発明の概要）

本発明は、薄膜半導体を含む電氣的マイクロスイッチ装置とその製造方法を開示する。また、本発明は、このようなマイクロスイッチを画素素子として有する列一行（ $x-y$ ）のアドレス指定可能な電氣的マイクロスイッチアレイ（マトリックスパネル）を製造する方法論も開示する。これらのマイクロスイッチは2端子装置であり、これらを通して電流および電位（またはこれらからの導関数または積分）を外部バイアスの大きさまたは極性によりオンまたはオフ切り替えることができる。これらは、電極／半導体／電極の薄膜配置で半導体薄膜から作製されている。列一行のアドレス指定可能な電気スイッチマトリックスは面積で、高画素密度で作製可能である。このようなマトリックスは外部の物理的条件（例えば、フォトン放射、高エネルギー粒子放射、温度、表面圧力、磁場など）に応じて変化する電子的特性をもつセンサ層と一体化可能であり、それ故に多数の検出マトリックスを形成することができる。

【0012】

（発明の詳細な説明）

本発明の詳細な説明は以下の節を含む。

図面の簡単な説明

好ましい実施形態の説明

【0013】

（好ましい実施形態の説明）

好ましい実施形態のこの説明および特許請求の範囲において、定義すべきいく

つかの用語について言及する。1つのグループの用語はマイクロスイッチの構造とそれらが制御するセンサ素子に関する。マイクロスイッチの2つの実施例の断面図が図1と図2に示されている。このスイッチは電極-半導体電極薄膜装置の配置を用いて構築されている。特にこのスイッチは以下のものを含む。

【0014】

無機または有機半導体材料を含む半導体層(12)。有機半導体の例は、共役ポリマー、ポリマーブレンド、ポリマー/分子ポリブレンド、有機分子の層、有機金属分子または分子ブレンド(合金)、または上記の材料を組み合わせた多層構造を含む。また、無機半導体の例は、Si、Se、Ge、Si-Ge合金、CdS、CdSe、TiO₂、CuOその他を含む。有機半導体の例には、ポリアセチレン(PA)およびその誘導体、ポリチオフェン(PT)およびその誘導体、ポリ(p-フェニルビニレン)(PPV)およびMEH-PPVのようなその誘導体、C₆₀のようなフラーレン分子およびその誘導体、バッキーチューブ(bucky tube)、アントラセン、テトラセン、ペンタセン、Alq₃および他の金属キレート(M-L₃)型有機金属分子などが含まれる。層12は、また、有機および無機材料とを含む複合材料またはこのような材料の二層若しくは多層の形態でありうる。

【0015】

層12は1つまたはそれ以上のドーパントでドーピングされた半導体でもよい。増加した電荷(extra charge)は、通常、異なる価電子をもつドーパントから生じる。大多数の電荷のキャリアとして電子をドーピングされた半導体はn型半導体と呼ばれ、大多数のキャリアとして正孔をドーピングされた半導体はp型半導体と呼ばれる。層12のドーピングレベルは、不均一に分布していてもよく、p型からn型まで(これは、12の内側でp-n接合を形成する)、またはp型からドーピングされていない領域、次いでn-ドーピングされた領域まで(これは12の内側でp-i-n接合を形成する)様子を変化させる。

【0016】

2つの「コンタクト電極」(層11, 13)は、スイッチのアノードとカソードとして機能し、それぞれ電子および正孔を半導体層から取り出す。ある実施形

態では、少なくとも1つの電極（例えば、図1の層11）が透明または半透明で作製されている。これらの電極については以下にさらに詳しく述べる。

【0017】

アノード電極は、カソード材料よりも高い仕事関数を持つ導電性材料と定義される。

【0018】

また、この装置は図2Aに示されるように、任意選択で基板または支持体26を含んでいてもよい。これは、スイッチおよび／またはスイッチマトリックスアレイに強度を与えるように設計された、固体の、硬直な層または可撓性の層である。ある実施形態では、基板は動作波長で透明または半透明である。ガラス、石英、ポリマーシートまたは可撓性プラスチックフィルムが一般的に使用される基板である。広帯域半導体ウエハ（SiC、SiNなど）もまたいくつかの応用例で使用可能である。これらの場合、薄いドーピングされた領域がコンタクト電極21としても機能する。

【0019】

図2Bに示された「逆転」された結合構造を有する装置もまた使用することができる。この配置では、光が自由表面に接触する電極21を通して入射する。このようにして光学的に不透明な物質を基板として使用することができる。例えば、（シリコンのような）無機半導体ウエハを基板26として使用し、この半導体を「導電性」レベル（下記に定義する）までドーピングすることにより、このウエハは、基板26と、無機半導体上に（集積回路技術を使って）直接造り上げられた回路構成のコンタクト電極25との両方として機能することができる。

【0020】

入射光は、一般的に、可視波長域（400～700 nm）、紫外波長域（200～400 nm）、真空紫外波長域（<200 nm）および近赤外波長域（700～2500 nm）を含むように規定される。

【0021】

いくつかの層は透明または半透明として設計される。これらの用語は、その材料へ入射する光の実質的部分を透過する材料の特性を言う場合に使用される。「

透明」という用語はしばしば、20%を越える透過率を有する基板を記述する場合に使用され、「半透明」という用語はしばしば、20%と1%の間の透過率を有する基板または層を記述する場合に使用される。

【0022】

「導電性」の層または材料は、典型的には、 0.1 S/cm を越える導電率を有するものである。半導体材料は 10^{-14} から 10^{-1} S/cm の導電率を有する。

【0023】

「誘電性」または「絶縁性」層の材料は、典型的には、 10^{-10} S/cm 未満の導電率を有する。

【0024】

「正」（または「負」）バイアスは、より高い電位がアノード電極（カソード電極）に加えられた状態を言う。高められた光電感度を得るために逆バイアス電圧を加える場合のように、負電圧の値が指示されるときは、相対的な値が絶対値に置き換えられて示される。すなわち、例をあげると、 -10 V （逆）バイアスは -5 V （逆）バイアスよりも大きい。

【0025】

光学的画像検知素子であって、多くの場合どれか1つがそのスイッチに結合されているもののスペクトル応答は、検知材料の光学的バンドギャップおよび（キャリア移動度のような）電子的特性によって、検知素子の構造によって、そして光学フィルター、基板または光路にあるその他の被覆層の透過特性によって決定される。これは本出願の実施例中で示される。

【0026】

単一帯域の可視画像検出（白黒またはモノクロイメーজセンサとしばしば呼ばれる）に加えて、フルカラー検出性能をもつイメージセンサに対する大きな要求も存在する。フルカラー検出は、しばしば、可視スペクトルを3つの分離した領域、すなわち赤色（ $600 \sim 700 \text{ nm}$ ）、緑色（ $500 \sim 600 \text{ nm}$ ）および青色（ $400 \sim 500 \text{ nm}$ ）の原色に分けることによって達成される。フルカラー信号は、これら3つの帯域における入射光の強度により表される。フルカラー

画像要素は、このように、赤緑青（時には、それらの補色、すなわちシアン、マゼンタおよびイエローが選択される）のスペクトル域の3つのスペクトルチャンネルをもつ画像装置であると言われ、入射光の正確な色と光強度の情報を供給できる。

【0027】

各検知画素の間の領域での「黒色」材料のコーティング（注目のスペクトル帯域で不透明）が光検出器平面の前面に配置され、「黒色マトリックス」を形成することができる。このコーティングは、パターニングされていない光活性有機層を有する装置において隣り合った画素間のクロストークをさらに減少させる状況で有効である。黒色マトリックスはCRTモニタおよびその他のフラットパネルディスプレイでディスプレイのコントラストを高めるのに使用されており、ディスプレイ産業では周知である。「黒色マトリックス」のパターニングは、標準的なフォトリソグラフィ、スタンプ、インクジェットまたはスクリーン印刷技術により為されうる。

【0028】

（電極）

図1に示される配置では、透明基板および透明電極が1つのコンタクト電極として使用されている。インジウムスズ酸化物（「ITO」）が電極として使用可能である。その他の透明電極材料には、アルミニウムをドーピングした酸化亜鉛（「AZO」）、アルミニウムをドーピングした酸化スズ（「ATO」）、酸化スズなどが含まれる。これらの導電性被覆は、近紫外域から中赤外域まで透明であるドーピングされた金属酸化物化合物で作成される。

【0029】

また、この電極はその他のドーピングされた無機化合物または合金を使用して作製することも可能である。これらの化合物は含まれる元素の組成、元素の原子価または膜の形態学を変化することにより、金属（または金属に近い）の形態にドーピングされうる。これらの半導体または金属性化合物は当技術分野では公知であり、詳しく報告されている（例えば、N. F. Mott, Metal-Insulating Transitions, 2nd edition (Taylor

& Francis, London, 1990) ; N. F. Mott and E. A. Davis, *Electronic Processes in Non-crystalline Materials* (Clarendon, Oxford, 1979))。このような化合物の例には、低温で超伝導を示す（いわゆる高温超伝導物質）キュプレート物質（cuprate material）である。

【0030】

この電極は、米国特許 5, 232, 631 および *Appl. Phys. Lett.* 60, 2711 (1992) に開示されたカウンタイオン誘導型加工技術またはその他の適切な技術により調製されるエメラルジン塩（emeraldine salt）の形の、ポリアニリンのような導電性ポリマーで形成することができる。。電極として働くこのポリアニリン膜は、室温において溶液から高い均一性でキャストリングすることができる。ポリマー基板および有機活性層と組み合わせた有機導電性電極は、これらの光センサを十分に可撓性の形態で作製することを可能にしている。透明または半透明電極（図1の11または図2の21）に使用可能なその他の導電性ポリマーは、ポリエチレンジオキシチオフェンポリスチレンスルフォネート（「PEDT/PSS」）[Y. Cao, G. Yu, C. Zhang, R. Menon and A. J. Heeger, *Synth. Metals*, 87, 171 (1997)]、ポリ（ピロール）またはドデシルベンゼンスルホン酸（「DBSA」）または他の酸でドーブされたその機能性誘導体 [J. Gao, A. J. Heeger, J. Y. Lee and C. Y. Kim, *Synth. Metals* 82, 221 (1996)] などを含む。

【0031】

金属（例えば、Au、Ag、Al、Inなど）の薄い半透明層もまた電極として使用できる。この半透明金属電極に対する代表的な厚さは50～1000 Åの範囲であり、光透過率は80%から1%の間である。妥当な誘電体被覆（しばしば多層誘電体スタックの形態）が注目のスペクトル域で光透過を高めることができる [例えば、S. M. Sze, *Physics of Semiconductor Devices* (John Wiley & Sons, New York, 1981) Chapter 13 参照] 。

【0032】

また、透明電極を金属／導電性ポリマー、導電性ポリマー／金属／導電性ポリマーまたは誘電体層／金属／導電性ポリマー構造で作製することも可能である。これらの複合材料電極の透過特性は、同じ厚さの単一金属層のそれと比べて改善されている。

【0033】

光透過性の低い金属層もまた、ある波長でのスペクトル応答に興味を持たれている幾つかの応用例について電極として使用可能である。光電感度は、2つの金属電極11と13が光学ミラーとしても作用するマイクロキャビティ構造で装置を製造することによって高められる。2つの電極間の光共振がある波長において光電感度を増大させ、結果として光学マイクロキャビティ（光学エタロン）装置に見られるのと同様の選択的スペクトル応答を生じる。

【0034】

図1の「背面」電極13は、典型的には、Ca、Sm、Y、Mg、Al、In、Cu、Ag、Auなどのような金属で作製される。金属合金もまた、電極材料として使用できる。これらの金属電極は、例えば、熱蒸発法（thermal evaporation）、電子ビーム蒸発法（electron beam evaporation）、スパッタリング、化学蒸着、溶融プロセスまたは他の技術により作製可能である。図1の電極13（および図2の11）の厚さは重要ではなく、数百オングストロームから数百マイクロンまたはそれを越える厚さであってもよい。この厚さは所望の表面導電率を得られるよう調節できる。

【0035】

例えば、前方と後方の両方を検知するフォトダイオードを望む場合、前述の透明または半透明材料を「背面」電極にも使用することができる。

【0036】

本発明の実施例に示されるように、有用なI-V特性を有するマイクロスイッチは相対的に高抵抗のコンタクト層を使用して作製できる。例えば、バルク抵抗が $10^5 \Omega \text{ cm}$ のオーダーのPANI-PAAMPSAを、良好なスイッチングI-V特性を有するマイクロスイッチのアノード材料として使用することができ

る。例えば、 $\text{Mg}/\text{MEH-PPV}/\text{PANI-PAAMPSA}/\text{Ag}$ の構造で作製されたマイクロスイッチでは、 $I-V$ 特性は PANI-PAAMPSA と Mg の仕事関数により定義される。 Ag は試験回路で導電体として働いているに過ぎない。高いバルク抵抗を有するコンタクト電極を使用する利点は、横方向抵抗が（バルク抵抗、高抵抗アノード材料の厚さおよび画素の寸法を相応に選択することにより）充分に高い場合、画素間のクロストークは充分に小さくなり、高バルク抵抗材料のパターニングは不必要になることである。

【0037】

2つの「コンタクト電極」（11、13）はダイオードのアノードとカソードとして働き、それぞれ電子と正孔を半導体層（12）に注入する。層（12）としてドーピングされていない半導体を用いた装置では、アノード電極は相対的により高い仕事関数を有するものとして定義される。層12に $p-n$ または $p-i-n$ 接合を有する装置では、アノード電極は p -ドーピング領域と接触するものとして定義される。全ての場合において、装置が導電性の状態にあるときは、アノードはより高い電位を有する電極として定義される。従来の金属および合金に加えて、（有機および無機両方の）ドーピングされた半導体もまた、11および13のコンタクト材料として使用可能である。ドーピングされたシリコンを有機発光装置のアノードとして使用した例は、I. D. ParkerとH. Kim, Appl. Phys. Letters 64, 1774 (1994) に示されている。エレクトロルミネッセンス装置の電極としての、ポリアニリン（カンファースルホン酸）、 PANI-CSA 、 PEDT-PSS 、およびポリピロール、 PPy 、のような導電性ポリマーの利用を示した例は、多くの特許および刊行物に開示されている[Y. Caoら米国特許5, 232, 631; G. Gustafsson, Y. Cao, G. M. Treacy, F. Klavetter, N. Colaneri and A. J. Heeger, Science 357, 477 (1992); Y. Yang, 米国特許5, 723, 873; G. Heywang and F. Jonas, Adv. Materials 4, 116 (1992); Y. Cao, G. Yu, C. Zhang, R. Menon and A. J. Heeger, Synth. Metal (1997); J. Gao, A. J. He

eger, J. Y. Lee and C. Y. Kim, Synth. Metals 82, 221 (1996)]。

【0038】

(半導体層)

半導体層は、無機または有機半導体の薄いシートで作製される。無機材料には Si、Se、Ge、CdS、CdSe、TaO、CuOその他が含まれる。半導体層は、1つまたはそれより多い半導体共役ポリマーを単独で、または、非共役物質、1つまたはそれより多い有機分子またはオリゴマーと組み合わせて含む。また、半導体材料は、これらのスイッチが完備されるセンサ装置で活性層として働く。活性有機層は、同一または異なる電子親和性および異なる電子エネルギーギャップを有する2つまたはそれより多い共役ポリマーのブレンドであってもよい。活性有機層は、同一または異なる電子親和性および異なる電子エネルギーギャップを有する2つまたはそれより多い有機分子のブレンドであってもよい。活性層は、同一または異なる電子親和性および異なる電子エネルギーギャップを有する共役ポリマーと有機分子のブレンドであってもよい。後者は、成分の異なる電子親和性が光誘導性の電荷移動と電荷分離につながり、この現象が光電感度を高めるという点で特有の利点を提供する [N. S. Sarici ft ci and A. J. Heeger, 米国特許5, 333, 183 (July 19, 1994); N. S. Sarici ft ci and A. J. Heeger, 米国特許5, 454, 880 (Oct 3, 1995); N. S. Sarici ft ci, L. Smilowitz, A. J. Heeger and F. Wudl, Science 258, 1474 (1992); L. Smilowitz, N. S. Sarici ft ci, R. Wu, C. Gettinger, A. J. Heeger and F. Wudl, Phys. Rev. B47, 13835 (1993); N. S. Sarici ft ci and A. J. Heeger, Intern. J. Mod. Phys. B8, 237 (1994)]。また、活性層は有機材料または上記のブレンドの層を用いた一連のヘテロ接合であってもよい。

【0039】

有機分子、オリゴマーおよび分子ブレンドの薄膜は、熱蒸発法 (thermal evaporation)、化学蒸着法 (CVD) 等で作製することができる。共役ポリマー、ポリマー/ポリマーブレンド、ポリマー/オリゴマーおよびポリマー/分子ブレンドの薄膜は、しばしば、一般的な溶剤中の溶液から直接キャストすることにより、または同様の液相加工法を用いて作製される。ポリマーまたはポリブレンドを活性層として用いる場合、その装置は、可撓性の基板上に作成され、特有の機械的に可撓性のフォトセンサを得ることができる。

【0040】

典型的な半導体共役ポリマーの例は、限定はしないが、ポリアセチレン (「PA」) およびその誘導体、ポリイソチアナフェン (polyisothianaphene) およびその誘導体、ポリチオフェン (「PT」) およびその誘導体、ポリピロール (「PPr」) およびその誘導体、ポリ (2, 5-チエニレンビニレン) (「PTV」) およびその誘導体、ポリ (p-フェニレン) (「PPP」) およびその誘導体、ポリフルオレン (「PF」) およびその誘導体、ポリ (フェニレンビニレン) (「PPV」) およびその誘導体、ポリカルバゾールおよびその誘導体、ポリ (1, 6-ヘプタジイン、ポリイソチアナフェンおよびその誘導体、ポリキノレンおよび半導体ポリアニリン (すなわちロイコエメラルジンおよび/またはエメラルジン塩基形) を含む。代表的なポリアニリン材料は、米国特許第 5, 196, 144 号に記載されており、その特許はここで参照して本明細書の一部となす。その加工上の利点のため、これらの材料のうち、有機溶剤に溶解性を示すものが好ましい。

【0041】

一般の有機溶剤に溶解しうる PPV 誘導体の例は、ポリ (2-メトキシ-5-(2'-エチル-ヘキシルオキシ)-1, 4-フェニレンビニレン) (「MEH-PPV」) [F. Wudl, P.-M. Allemand, G. Srdanov, Z. Ni and D. McBranch, in *Materials for Nonlinear Optics: Chemical Perspectives*, edited by S. R. Marder, J. E. Sohn and G. D. Stucky (The American Chemical

Society, Washington DC, 1991), p. 683.]
 、ポリ(2-ブチル-5-(2-エチル-ヘキシル)-1,4-フェニレンビニレン) (「BuEH-PPV」) [M. A. Andersson, G. Yu, A. J. Heeger, Synth. Metals 85, 1275 (1997)]
]、ポリ(2,5-ビス(コレスタンオキシ)-1,4-フェニレンビニレン) (「BCHA-PPV」) [ここで参照して本明細書の一部としている米国特許出願第07/800,555号を参照されたい]等を含む。可溶性PTの例は、ポリ(3-アルキルチオフェン) (「P3AT」)であって、アルキル側鎖が4を越える炭素、例えば5から30個の炭素を含むものを包含する。

【0042】

有機イメージセンサは、ドナー／アクセプタポリブレンドを光活性層として用いて作製することができる。これらのポリブレンドは半導体ポリマー／ポリマーのブレンド、または適当な有機分子および／または有機金属分子を有する半導体ポリマーのブレンドでありうる。ドナー／アクセプタポリブレンドのドナーの例は、限定はしないが、上記した共役ポリマー、すなわちPPV、PT、PTVおよびポリ(フェニレン)、ならびにその可溶性の誘導体を含む。ドナー／アクセプタポリブレンドのアクセプタの例は、限定はしないが、ポリ(シアノフェニレンビニレン) (「CN-PPV」)、C₆₀のようなフラレン分子およびその機能性誘導体、ならびに光受容体または電子輸送層のための当分野において以前から用いられている有機分子もしくは有機金属分子を含む。

【0043】

また、ドナー／アクセプタヘテロ接合(すなわち二層)構造または交互の層構造において2つの半導体有機層を用いて光活性層を作製することができる。これらの構造では、ドナー層は典型的には共役ポリマー層であり、アクセプタ層は、ポリ(シアノフェニレンビニレン) (「CN-PPV」)、C₆₀のようなフラレン分子およびその機能性誘導体(例えば、PCBMおよびPCBCR)、または光受容体および電子輸送層用の当分野において以前から用いられている有機分子から作成される。光活性層のためのこのヘテロ接合層構造の例は、限定はしないが、PPV/C₆₀、MEH-PPV/C₆₀、PT/C₆₀、P3AT/C₆₀、P

TV/C₆₀等を含む。

【0044】

活性層はまた、可視スペクトル領域において光電感度を高めるための染料分子をドーブされたポリ-N-ビニルカルバゾール（「PVK」）のような広帯域ポリマーから作成することもできる。これらの場合には、広帯域有機物が、ホスト結合剤およびホール（または電子）輸送材料の両方として機能する。その例は、限定はしないが、PVL/オークロラニル、PVK/ローダミンBおよびPVKコロネン（coronene）等を含む。

【0045】

光活性層は有機分子、オリゴマーまたは分子ブレンドを使用することができる。この実施形態では、光電性材料を化学蒸着、分子エピタキシーまたは他の公知の膜堆積技術により薄膜に作製することができる。適切な材料の例はアントラセン、フタロシアニン、6-チオフェン（「6T」）、6-フェニル（「6P」）、アルミニウムキレート（Alq₃）および他の金属キレート分子（m-q₃）、PBD、スピロ-PBD、オキサジアゾールおよびその誘導体、または、6T/C₆₀、6T/ピナシアノール、フタロシアニン/オークロラニル、6P/Alq₃、6P/PBDなどのような分子ブレンドを含むが、これらに限定されない。

【0046】

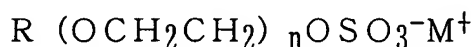
活性層に使用できる有機分子、オリゴマーおよび分子ブレンドの例は、アントラセンとその誘導体、テトラセンとその誘導体、フタロシアニンとその誘導体、ピナシアノールとその誘導体、フラーレン（「C₆₀」）とその誘導体、チオフェンオリゴマー（例えば、シクセチオフェン（sixethiophene）「6T」およびオクティチオフェン（octithiophene）「8T」）とその誘導体など、フェニルオリゴマー（例えば、シクセフェニル（sixphenyl）「6P」またはオクティフェニル（octiphenyl）「8P」）とこれらの誘導体など、6T/C₆₀、6P/C₆₀、6P/Alq₃、6T/ピナシアノール、フタロシアニン/オークロラニル、アントラセン/C₆₀、アントラセン/オークロラニルなどを含む。2つを越えるタイプの分子を含む光活性層では、有機層はブレンド形態、二層形態、または多

重交互層の形態でありうる。

【0047】

幾つかの実施形態では、活性層12は、装置の性能を変更するため、および改善するために、1つあるいは複数の添加剤（光学的に不活性である）を含む。添加剤分子の例は、以下のある共通の構造を有するエーテルスルフェートのような陰イオン界面活性剤を含む。

【0048】



ただしRはアルキル、アルキルアリールを表し、

M⁺はプロトン、金属またはアンモニウムカウんタイオンを表し、

nはエチレンオキシドのモル数を表し、典型的にはn=2~40である。

【0049】

ポリマー発光ダイオードの性能を改善するための添加剤としてのこのような陰イオン界面活性剤の適用は、Y. Cao [米国特許出願第08/888,316号、これは参照により本明細書の一部となす] に例示されている。

【0050】

他の種類の添加剤は、固体電解質または有機塩を含む。その例は、ポリ（エチレンオキシド）、リチウムトリフルオロメタンスルホネートまたはこれらのブレンド、テトラブチルアンモニウムドデシルベンゼンスルホネート等を含む。蛍光ポリマーへのそのような電解質の適用および新しい種類の発光デバイスの発明は、米国特許第5,682,043号および第5,677,546号に示されている。

【0051】

活性層が、異なる電子親和力および光エネルギーギャップを有する2相またはそれより多い相の有機ブレンドからなる場合には、一般にナノスケールの相分離が生じ、界面領域にヘテロ接合が形成される。高い電子親和力を有するその相は電子アクセプタとして作用するが、一方、より低い電子親和力（またはより低いイオン化エネルギー）を有する相は電子ドナーとして機能する。これらの有機ブレンドはある種の電荷移動材料を形成し、以下のステップにより定義される光誘

導型の電荷分離プロセスを可能にする [N. S. Sariciftch and A. J. Heeger, Intern. J. Mod. Phys. B8, 237 (1994)]。

【0052】

ステップ1: $D + A \rightarrow {}^1, {}^3D^* + A$ 、(Dにおける励起)

ステップ2: ${}^1, {}^3D^* + A \rightarrow {}^1, {}^3(D \cdots A)^*$ 、(D-Aにおける励起の非局在化)

ステップ3: ${}^1, {}^3(D \cdots A)^* \rightarrow {}^1, {}^3(D^{d+} \cdots A^{d-})^*$ 、(電荷移動開始)

ステップ4: ${}^1, {}^3(D^{d+} \cdots A^{d-})^* \rightarrow {}^1, {}^3(D^{+\circ} \cdots A^{-\circ})$ 、(イオンラジカル対形成)

ステップ5: ${}^1, {}^3(D^{+\circ} \cdots A^{-\circ}) \rightarrow D^{+\circ} + A^{-\circ}$ 、(電荷分離)

ただし (D) は有機ドナーを示し、(A) は有機アクセプタを示し、1, 3はそれぞれ一重項または三重項励起状態を示す。

【0053】

活性層の典型的な厚みは、数百オングストローム単位から数千オングストローム単位までの範囲、すなわち $100 \sim 5000 \text{ \AA}$ (1オングストローム単位 = 10^{-8} cm) である。活性膜の厚さは重要ではないが、典型的にはデバイス性能は、注目のスペクトル領域において2未満の光学密度を有するより薄い膜を用いることにより改善することができる。

【0054】

図1に示されるように、マイクロスイッチ(10)はまた、任意選択の基板または支持体14を含む。これは、ダイオードおよび/またはダイオードのマトリックスアレイに強度を与えるよう設計された固体で硬直性または可撓性の層である。ガラス、石英、ポリマーシートまたは可撓性プラスチック膜が一般的に使用される基板である。半導体ウエハ(例えば、Si、GaAs、SiC、SiN)もまた基板14として使用可能である。これらの場合では、基板の薄くドーパされた領域がコンタクト電極11としても機能する。

【0055】

図1に示される装置の電流-電圧(I-V)特性は、典型的には、非対称であ

る。実施例で示されるように、整流比（所与のバイアスでの逆方向電流に対する順方向電流の比として定義される）は $10^6 \sim 10^7$ 程度の高さでありうる。すなわち、順方向バイアスでは導電性であり、ゼロおよび逆バイアスでは絶縁性である。図1の装置ように2つの端子を有し、 $I-V$ 特性が顕著な非対称性を有する装置を、伝統的には、ダイオード（受動装置）と称し、下記の記号で表わす。

【0056】

【化1】



【0057】

ここで、矢印は電流の流れる方向を示す。スイッチング特性は整流比 $I(V)/I(-V)$ またはスイッチング比（2種類の所与の電圧での電流比 $I(V_1)/I(V_2)$ 、ここで $I(V_1) > I(V_2)$ ）で規定される。特殊な状況は $V_2 = 0$ である。本発明の実施例で示されるようにスイッチング比 $I(V_1)/I(V_2)$ は、0Vに近い V_2 では 10^{10} よりも高くなる。

【0058】

図1に示されるMSM装置10は、スイッチにより直列でセンサ装置をオンおよびオフ切り替える電気スイッチとして使用され、電圧切り換え可能なセンサユニットを形成することができる。センサユニット20の2つの幾何的構造が図2Aおよび図2Bに示されている。このユニット20は基板26、電極25と23および検知素子24から造られたセンサを含む。スイッチング機能は電極21と23および半導体層22により提供される。図2Cはこれらの等価回路を表す。センサ層の導電性および電位（または時間導関数または積分値）は外部の物理的条件（例えば温度または磁場）に応じて変化するように設計されるので、この検知回路は順方向バイアスでオンに切り替えられ、ゼロバイアスおよび逆方向バイアスでオフに切り替えられる検知素子として使用できる。

【0059】

検知層を選択することで多くの物理的効果が検出可能である。例えば、温度、磁場（磁気抵抗率またはホール効果）、入射光強度、入射マイクロ波強度の変化

に応じて、またはX線または他の高エネルギー束などに応じて（光導電効果）検知層の抵抗率は直接的に変化する。その他には、外部環境の変化が結果として検知層の内部（built-in）電位を生じ、続いて、図2Cに示される回路ユニットで順方向電流の変化へとつながる。その例にはpiezo電気効果（圧力変化に応じた電圧変化）、熱電効果（温度変化に応じた電圧変化）、および光電効果（入射光強度の変化に応じた電圧変化）、その他が含まれる。図2に示される検知素子（24）は別のタイプの検知応用例にも使用可能であり、その応用例では、外部環境変化に応じて電流の導関数および積分値が変化する。実施例7で示されるように、図1に示されるMSMマイクロスイッチは、 dI/dV 、 $I(V)$ の積分値、および装置の電流の時間導関数と積分値に関するスイッチング特性も示す。

【0060】

センサ（20）が光波または電波の検出に使用される場合、電極（25、21）のうち1つはこの入射電磁波に対して透明または半透明であるべきである。基板側から波が入射する場合は基板がやはり入射波に対して透明または半透明である必要がある。

【0061】

列一行のアドレス指定可能な二次元（2D）受動センサマトリックスは、図2に示されるように電圧で切り換え可能なセンサ素子で構築することができる。図3には2つのマトリックス構造を示した。図4には（8本の行と14本の列の形態で）これらの等価回路を示した。これらのセンサマトリックスでは、典型的には、電極（31、35）が行と列に互いに直角にパターン化される。図3Aの場合では、列の電極（31）のアレイが最初に基板上（36）に堆積されてパターン化される。次に、センサ層（32）が堆積またはキャストされる。センサ層の画素間における横方向導電性が十分に低い場合、この層はパターン化しなくてよい。次に、金属層またはドーパされた半導体層（33）が堆積される（必要であればパターン化する）。（33）は各センサに対して第2電極として機能し、これはスイッチングダイオードへのコンタクト電極として機能する。特記したように、妥当な仕事関数を有する導電性ポリマーおよび他のドーパされた半導体も層33に使用可能である。層33を含む材料の横方向の抵抗値が十分に高い場

合、隣接する画素間のクロストークは無視できる。そのような場合では、33をパターン化する必要がなく、その簡略さは製造コストと信頼性の面でかなりの利点に繋がる。次に、スイッチング層(34)が堆積される。最後に、列電極(35)のアレイが検知層の頂部に作製されて列一行のアドレス指定可能なセンサアレイが完成する。

【0062】

半導体層(32、34)のパターン化は、その層を含む材料の横方向の抵抗値が十分に高い場合、不必要である。これにより、連続したシートをセンサマトリックスに使用することができる。行電極と列電極の各々の交点は図1または図2に示されるものと同様の装置構造をもつ検知素子(画素)を規定する。また、行および列電極はマイクロスイッチおよび検知装置のコンタクト電極としても働く。電極33は単層または二層の何れであってもよく、スイッチング層32および検知層34の両方の接触の要求を満たすものである。導電性の高い金属を33に使用する場合、図3に示されるようにこの層を、分離した画素にパターン化する必要がある。しかしながら、浸透(percolation)閾値より低い密度を有する顆粒状粒子の形態で、金属の薄層が電極33として形成される場合、横方向の抵抗値は、電極33のパターン化が必要はなくなる程十分に大きくなる。実施例11に示されるように、このような薄い不連続な金属膜でもまだ、スイッチング装置に必要な仕事関数を供することができる。

【0063】

相対的に高い横方向抵抗値をもつドーパされた半導体層を33に使用したとき、ある応用例では、33のパターン化を回避することができ、薄い連続した被覆を使用できる。各画素の活性領域は、何れがより小さくても、行および列電極(31、35)の幅によって定義されるか、または電極33のパターン化された大きさで定義されるかの何れかである。

【0064】

装置の構造は、図3Bに示されるように、スイッチング層が基板により近くなるように、逆にすることも可能である。選択はプロセスの単純性または製造されるセンサのタイプに依存する。例えば、装置の画素近傍の機械的圧力を検知する

圧力センサでは、図 3 B はセンサ層が自由表面に近接しているのもより良い選択である。無機半導体層（例えば、Ge）を IR 検知に使用する IR センサでは、金属層（33）が、従来のフォトリソグラフィ技術により IR センサ（Ge）層の頂部でパターン化可能なため、図 3 A の構造が有利である。

【0065】

共通の電極 33 はスイッチングダイオードに必要な仕事関数を供給する。抵抗値の高いポリマー（例えば PANI）およびドーパされた無機半導体はこの機能を提供できるため、このような材料は検知層とスイッチング層の共通の電極として使用可能である。幾つかの応用例では、共通電極層のパターン化も除外できる。

【0066】

これらのマイクロスイッチに基づく受動センサマトリックスは、発光ダイオードマトリックスで開発されたのと同様の機構により動作およびアドレス指定をすることができる。1つの実用的な駆動機構は、選択された行と列の電極（例えば、図 4 の行電極 2 と列電極 B）の間に正のバイアスを加えて、残りを浮動状態にすることである。これは行および列電極に接続されたアナログマルチプレクサでしばしば達成される。次に、2つの電極の交点の画素は、ターンオン電圧よりも大きい順方向バイアスを加えることによりオンに切り換えられる。2 から B（交点の経路を除く）で見られる並列の経路では、常にダイオードが逆バイアスであるため、並列経路からの漏電流は無視できる。こうして画素 2 B が選択される。2 B を接続した外部の試験ループにおいて試験される電流またはその積分値（電荷）または導関数は、画素 2 B 付近の物理的状态に鋭敏となる。センサ全体の画像は、時系列的にアレイの各画素を選択することにより電子的に記録可能である。

【0067】

別の駆動機構は行と列の電極を、「高」と「低」の2つの可能な電圧状態のみを付与するデジタルゲートに接続することによって達成される。これはしばしばデジタルデコード回路またはデジタルシフトレジスタを介して達成される。この駆動形式では、各検知画素について $V+$ 、 $0V$ および $V-$ の3つのバイアス状態

が存在する。例えば、ある時間において行 2 が低と選択され、列 B が高と選択された場合、画素 2 B が順方向バイアス下になり、選択される。行 2 の残りの画素は、B 以外の全ての列に 2 と同じ電位が加えられて能動的にオフになりうる。従って、これらの画素はゼロバイアス下にある。列 B の残りの画素も、2 以外の行に列 B と同じ電位が加えられて能動的にオフになりうる。このように 2 B 以外の画素はゼロバイアスまたは逆バイアスされ、それ故に外部回路に電流を供給することはない。ゼロバイアス下の画素では、整流比 $I(V_{on}) / I(-V_{on})$ により与えられるよりもいっそう大きなスイッチング比 $I(V_{on}) / I(0V)$ を達成することができる。

【0068】

別の駆動機構は、読み出し用（例えば、電流-電圧コンバータまたは電流積分器に接続される）の所与の電位（例えば 0 V）で全ての行（または列）電極を固定することにより達成される。列（または行）電極が、行（または列）電極に加えられたのと同じ電位および V_{on} に対応する電位の間で 1 つずつスキャンされる。この操作はデジタルシフトレジスタまたはデジタルデコーダにより実施できる。この駆動機構では、列（行）が所定の時間にオンに切り換えられ、残りの列（行）はゼロバイアス下のまま残される。これによりオフの列（行）に接続されたマイクロスイッチはオフの状態となる。実施例に示されるように、電流スイッチング比 $I(V_{on}) / I(0V)$ は、 10^9 倍を越え、整流比 $I(V_{on}) / I(-V_{on})$ よりもよくなる。列（行）毎にデータが読み出されるので、マトリックス全体を読み出すのに要する時間は、ポイントスキャン機構を用いたものよりも著しく速くなりうる。

【0069】

列および行の選択には 2 つの普通の手法がある。1 つは、いわゆるシフトレジスタ方式であり、この方式では時系列でライン毎に画素がスキャンされる。このアドレス指定方法は、受動発光ダイオードでできた発光ディスプレイおよび CCD カメラにおいて頻繁に使用されている。もう 1 つのアドレス指定の体系は、いわゆる「ランダムアドレス指定法」であり、この方法では、行および列電極はコード化され、バイナリー復号回路で選択可能である。このアドレス指定の体系は

コンピュータ産業においてメモリチップに頻繁に使用される。このスキャン機構はより速いフレーム時間で検知エリアを選択できることで関心が持たれている。両方のアドレス指定体系は、マイクロスイッチボードをアドレス指定するのに使用することができ、集積化されたセンサマトリックスを図3および4に示した。

【0070】

本発明で開示されたスイッチマトリックスは、センサ応用例（各画素から信号を取り出すこと）だけでなく、全画素の位置へ電気信号（電流、電荷、電圧およびそれらのバリエーション）を伝達するのにも使用されうる。このようなマイクロスイッチと電氣的メモリ特性をもつ誘電体層とを一体化することで、読み取りおよび書き込み可能なメモリ装置を構築することができる。このようなスイッチに電気光学的な特性をもつ薄膜を組み込むことにより、電気光学的な変換用の装置を作製することができる。

【0071】

（実施例）

本発明を添付の実施例を参照してさらに説明する。これらの実施例は発明を実施する方法を例示するために提示されるものであり、特許請求の範囲に対する制限として解釈されるべきものではない。

【0072】

（実施例1）

MSM装置を、図1に示される構造で作製した。この実施例に使用されるアノード電極（11）は、インジウムがドーパされた酸化スズ（ITO）層であり、4.8 eV近くの仕事関数、および約 $20\ \Omega/\text{平方}$ の表面抵抗率を有する。7ミル（0.1778 mm）のマイラーフィルム（Myler film）をこの装置の基板（14）として使用した。MEH-PPVの薄層（約1500 Å）はITO電極上に室温でスピнкаストした。MEH-PPVの合成および加工の詳細は文献[F. Wudl, P. M. Allemand, G. Srdanov, Z. Ni and D. McBranch, in Materials for Nonlinear Optics: Chemical Perspectives, Ed. S. R. Marder, J. E. Sohn and G. D. Stucky (

American Chemical Society, Washington, DC, 1991) p. 683] に見出すことができる。次に、Caの薄層 (500~5000 Å) をカソード電極として、熱的に蒸発させた (典型的にはCaは、Alの保護層でオーバーコートされた)。各装置の活性領域は0.1 cm²であった。

【0073】

図5Aは、バイアス電圧の関数としての装置電流を示す。順方向バイアスは、ITOコンタクトに加えられる正の電圧として定義される。順方向バイアスでのI-V特性は3つの領域に区分できる。非常に小さい電流は、1.3 V未満 (例えば1 Vで約0.4 nA/cm²) で検出される。1.3~2 Vの範囲では、順方向電流はバイアス電圧に伴って、ほぼ5桁の大きさまで指数関数的に増加した。V>2 Vでは、順方向電流の増加の割合は減少した。バイアスの高い領域における順方向電流は、トンネル効果と輸送の制限された空間電荷の両方により支配された [D. Braun and A. J. Heeger, Appl. Phys. Lett. 58, 1982 (1991); I. D. Parker, J. Appl. Phys 75, 1656 (1994)]。

【0074】

逆方向バイアスでは、電流は、数ボルトに対して10⁻¹¹ A/cm²のレベルでほとんど一定のままであった。この装置の整流比 (R_r) は、図5Bにプロットされており、R_rは、3 Vにおいて約4×10⁶である。

【0075】

また、MSM装置を、P3HT、Alq3、PPVおよびC₆₀を半導体層として用いて作製した。同様の装置性能が観測された。

【0076】

図1に示されるのと同様のMSM装置を4.0 cm×6.4 cmのサイズで作製した。同様の装置性能が観測された。

【0077】

この実施例は、電氣的マイクロスイッチが薄膜MSM配置で構築できることを示している。これらの二端子型受動素子は、順方向バイアス (アノード電極でよ

り高い電位を持つ)を加えることにより導電状態(「オン」状態)に切り替えられ、逆方向バイアスまたはゼロバイアスを加えることにより非導電状態(「オフ」状態)に切り替えられる。 10^6 よりも高い整流比が3 Vにおいて示された。

$I(5\text{ V})/I(0\text{ V})$ 下でのオン/オフスイッチング比はいっそう高く、約 10^9 に近かった(図5 A)。

【0078】

この実施例は、また、有機半導体が、大きな領域にわたるアレイの製造に適用できる低コストな方法(例えば、キャストイング、インクジェットプリンティング、スクリーンプリンティングまたは熱蒸発法)を用いて、室温で、マイクロスイッチを製造するのに使用できることを示している。

【0079】

さらに、この実施例で示されたマイクロスイッチは、可撓性のマイラー基板に可撓性の形態で作製された。この機械的可撓性は、TFTで作製された商品化されているアクティブスイッチングパネルと比べるとユニークである(高温加工プロセスは可撓性基板の使用を妨げる)。

【0080】

(実施例2)

アノードとしてAuを、カソードとしてAlを使用して実施例1の実験を繰り返した。装置サイズは約 0.0004 cm^2 に減少した。これは、イメージセンサの応用例のマイクロスイッチマトリックス画素に匹敵する。図6 Aと図6 Bに $I-V$ 特性および整流比を示す。整流比および5 Vと0 Vにおけるオン/オフ比はそれぞれ、約 5×10^5 および $> 10^7$ であった。

【0081】

同様の装置を、Sm、Y、Pr、MgAg、MgAl、Li、Ba、Ag、Cu、In、Hfなどを含めた異なる金属カソードで作製した。各々の場合で、同様のスイッチング効果を観測した。

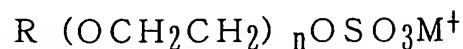
【0082】

半導体層とカソード層との間にバッファ層を挿入して同様の装置を作製した。バッファ層の例には、LiF、BaO、BaF₂、Li₂Oのような無機化合物が

含まれる。有機分子もまたバッファに使用可能である。その例は、OCAおよびその誘導体である。各々の場合に同様のスイッチング効果を観測した。

【0083】

有機分子もバッファに使用した。この例には、下記の一般式を有するエーテルスルフェートのようなアニオン性界面活性剤が含まれる。



ここでRはアルキル アルキルアリールを表し、
 M^+ はプロトン、金属またはアンモニウムカウンタイオンを表し、
 nはエチレン酸化物のモル数であり、典型的には、 $n = 2 \sim 40$ である。
 これらの有機分子を含むバッファ層がAlカソードと半導体MEH-PPVとの間に置かれた場合、改善された装置性能が観測された。

【0084】

同様の装置をAu、Cr、Ag、Ptなどを含めた異なる金属アノードを用いて作製した。また、導電性ポリマー（例えば、PANI-CSA、PEDOT-PPSS）もアノード材料として使用した。各々の場合に、同様のスイッチング性能が観測された。Au/MEH-PPV/Ca/Al配置で作製されたマイクロスイッチでは、パルス動作条件下で $200 A/cm^2$ の順方向電流が達成された。この値を、ほぼゼロバイアスでの装置電流 $10^{-9} mA/cm^2$ と比較すると、 $> 10^{11}$ のスイッチング比が示された。

【0085】

この実施例は、広範囲をカバーする仕事関数を有する金属が、アノードおよびカソード材料として選択されうることを示している。また、この実施例は、安定な金属（例えば、Au、Ag、Al）および導電性ポリマーがマイクロスイッチ用の電極材料として使用できることも示している。この実施例はまた、バッファ層を半導体層とカソード層の間に挿入できることも示している。

【0086】

（実施例3）

アノードとしてITOを、カソードとしてAlを用いて実施例1の実験を繰り返した。MEH-PPV:PCBMブレンド膜（重量比1:1）を半導体層12

として使用した。この膜は、キシレン溶液（約0.5重量%の濃度）からスピンキャストされた。PCBMは、C₆₀と同様の分子構造および化学的性質を有する（バッキーボール（bucky ball）形状のC分子の形状）フラーレン分子である。その合成および特性についての詳細は文献に報告されている [J. C. Hummelen, B. W. Knight, F. Lepec and F. Wudl, J. Org. Chem. 60, 532 (1995)]。I-V特性および整流比を図7Aと7Bにプロットした。整流比は1.5Vを越えるバイアスに対して 4×10^5 より大きく、2Vと0Vで操作した場合のオン/オフ比は $> 3 \times 10^7$ であった。

【0087】

同様の結果が、半導体層を、無機装置におけるいわゆる異種接合構造を連想させる二層構造としたITO/MEH-PPV/C₆₀/Al、ITO/TPB/Alq₃/Al装置から観測された。

【0088】

この実施例は、マイクロスイッチの半導体層12が、ブレンド、複合材料、二層または多層構造であってもよいことを示している。また、この実施例は、MEH-PPVとPCBM間の電荷移動効果によって、順方向電流のターンオン電圧が十分に減少し、これにより相対的に低いバイアスで高い整流比を達成することを示している。

【0089】

（実施例4）

アノードとしてAgを、カソードとしてCaを用いて、実施例1の実験を繰り返した。装置のサイズは、約 0.0014 cm^2 であり、これは $0.35 \text{ mm} \times 0.4 \text{ mm}$ の画素のマイクロスイッチマトリックスを連想させる。AgとMEH-PPV層の間にバッファ層としてPANI-PAAMPSA層（300Å）を挿入した。I-V特性および整流比は図8Aおよび8Bにプロットされている。整流比は6Vにおいて 10^6 よりも高かった。6Vと0Vでのオン/オフ比は 2×10^8 より大きかった。また、PANI層が電氣的短絡の発生率を減少させ、これにより生産の歩留まりおよび装置の動作寿命がかなり改善された。

【0090】

この実験を、バッファ層の厚さを100から3000 Åに変化させて繰り返した。同様の装置性能を観測した。

【0091】

この実験を、異なる抵抗値 (10^2 S/cm から 10^{-6} S/cm) を有する PANI で作製されたバッファ層を用いて繰り返した。抵抗値は、異なるカウンタイオン (例えば、CSA、PAAMPSA) を選択することによって、または導電性の PANI に電氣的に不活性なホストポリマー (例えば、PMMA) をブレンドすることにより変化させた。同様の装置性能が観測された。

【0092】

この実施例は、バッファ層を S-M インターフェースに挿入して装置性能 (例えば、装置の短絡の減少、装置の安定性の向上) を改善できることを示している。また、バッファ層を使用して、M-S インターフェースを修正し、それによって装置の I-V 特性を改善することができる。この実施例における電流のターンオンは、Ag 金属層 (約 4.3 eV) によるよりもむしろ PANI の仕事関数 (約 5 eV) で決定された。また、この実施例は、バッファ層の抵抗値を広範囲に変化できることを示している。

【0093】

(実施例 5)

ITO/PANI-PAAMPSA/Au の形態で装置を作製した。両方向のバイアスにおいて直線的な I-V 特性が観測された。ITO/PANI-PAAMPSA および 金属/PANI-PAAMPSA の両方のインターフェースにおけるオーム接触を調査した。

【0094】

この実施例は、実施例 4 と共に、高抵抗の PANI 層がマイクロスイッチのアンロードとセンサ 24 および 34 へのオーム接触との両方として機能する共通電極 23 および 33 (図 2 および 図 3 参照) として使用できることを示している。

【0095】

(実施例 6)

アノードとしてITOを、カソードとしてAgを使って実施例1の実験を繰り返した。アモルファスSi膜を半導体層として使用した。アモルファスSi膜を化学蒸着により作製し、p型/非ドープ/n型の三層の配置とした。ドーピングはイオン注入法により行った。図9Aおよび図9BにI-V特性と整流比をプロットした。整流比は2Vにおいて約 3×10^5 であり、2Vと約0Vでのオン/オフ比は $> 5 \times 10^6$ であった。

【0096】

この実施例は、無機半導体膜もまた本発明のマイクロスイッチの半導体層12、22、32として使用できることを示している。

【0097】

(実施例7)

実施例1に示されるのと同様のマイクロスイッチを作製した。装置の微分電流 dI/dV はバイアス電圧の関数として測定した。データを図10Aに示す。バイアス電圧の関数としての、装置のコンダクタンス $G (= I/V)$ を測定した。データを図10Bに示す。バイアス電圧の関数としての、積分された電流 $\int I dt$ を測定し、図10Cに示した。I-V (図5A参照)と同様のスイッチング挙動がこれら全ての数量で観察された。

【0098】

装置電流Iの時間導関数および積分値もテストし、装置電流I (図5A)と同一のスイッチング挙動を観測した。

【0099】

この実施例は、マイクロスイッチ10が装置電流Iを切り替えるだけでなく、電流に関連する他の物理的パラメータ (例えば電流の種々の導関数および積分値) も切り替えるために使用できることを示している。

【0100】

(実施例8)

ITO/MEH-PPV/Caのマイクロスイッチを図1に示される構造で作製した。MEH-PPVの厚さは約2000Åであった。3Vでの装置電流を周囲温度の関数として測定した。データを図11にプロットした。これは、この電

流が約 0.34 eV の T_0 で $\exp(-T_0/T)$ の関係に従うことを示している。

【0101】

同じ配置のマイクロスイッチを、層33および34がない以外は図3と同様な 10×10 列一行のアドレス指定可能なマトリックスの形態でも作製した。画素エリアは $0.35 \text{ mm} \times 0.4 \text{ mm}$ であり、ピッチサイズは $0.625 \times 0.625 \text{ mm}^2$ であった。このマトリックスを、好ましい実施形態の説明で述べた第1の駆動体系に従い、0および3Vの間の電気パルスを用いてスキャンした。ポイント加熱源を画素(5, 5)の頂部に置いた。これは、 10×10 の温度センサの頂部に温度分布を生じさせる。装置電流の分布とそれに対応する表面温度分布を図12に示す。

【0102】

この実施例は、妥当な厚さを持つ半導体フィルムで作製されたマイクロスイッチ10が温度センサとして使用できることを示している。マイクロスイッチの順方向電流は温度と共に変化する。このようなマイクロスイッチで作製された列一行アドレス指定可能なマトリックスは、装置表面にわたる温度分布を映し出す温度センサとして使用できる。

【0103】

(実施例9)

図2Aに概略的に示された構造で電圧切り換え可能な赤外線センサ素子を作製した。装置はガラス基板上に以下の順序で膜を用いて製造した： $\text{ITO}/\text{MEH}-\text{PPV}/\text{Ca}/\text{Au}/\text{InSb}/\text{Au}$ 。半透明のAu (200 \AA) を電極25として使用した。これは、赤外線IRを透過してIRセンサ層に到達させる。二層の金属(Ca/Au)を共通電極23として使用した。

【0104】

良好な整流I-V特性に加えて、 $\text{ITO}/\text{MEH}-\text{PPV}/\text{Ca}$ 装置は赤橙色の良好な発光装置でもある。その発光強度は広い電流範囲にわたって装置を通る順方向の電流に比例するので、この実施例の集積化された装置は赤外線表示装置として機能する。出力される橙色の光強度が赤外線の強度を反映している。

【0105】

この実施例は、電圧切り換え可能なIRセンサがマイクロスイッチと薄膜IRセンサを集積化することによって構築できることを示している。集積化されたセンサを順方向でバイアスすると、装置は高い光電感度を有してオンに切り替えられる。ゼロまたは逆方向バイアスでは、この同じ装置はIR放射に応答しない。このスイッチング特性が、この装置をx-yのアドレス指定可能な受動的IRセンサマトリックスにおける理想的な素子にしている。可視光発光ダイオードをマイクロスイッチとして使用すると、集積化された装置（マトリックス）はIRインジケータとして機能する。

【0106】

また、この実施例は、センサ層を他の材料に置き換えることで、他の波長の電磁スペクトル（例えば、UV、X線、遠赤外線、マイクロ波および電波）の放射に鋭敏なセンサおよびセンサマトリックスが構築できることを示している。磁場、機械的圧力、および音波に鋭敏なセンサもこの一般原理を利用して作製可能である。

【0107】

（実施例10）

図2Aに概略的に示された構造で、電圧切り換え可能なX線センサ素子を作製した。装置をガラス基板上に、以下の順で、膜を用いて作製した：ITO/MEH-PPV/Al/Se/Al。セレンをX線検知層として使用した。このX線照射下の電気的特性はPhysics Today, Nov. 1997に開示されている。薄いAl層（500 Å）を電極25として使用した。これはX線照射を透過する。共通電極25としてアルミニウム（2 μm）を使用した。

【0108】

X線照射は、セレンで作製された検知層24に電流の増加（直線的関係に従う）を生じさせる。Al/Se/Al装置の画素抵抗は、このように $10^3 \sim 10^8 \Omega/\text{cm}^2$ （照射強度に依存する）の範囲になる。これはITO/MEH-PPV/Alで構築されたマイクロスイッチの順方向抵抗、典型的には $< 1 \text{ K}\Omega/\text{cm}^2$ 、よりはるかに大きい、ゼロまたは逆方向バイアスでのスイッチ抵抗より

はるかに小さい。集積化されたX線センサ素子（ITO／MEH－PPV／Al／Se／Al）の順方向電流はこのようにX線強度を反映しており、集積化された装置のスイッチング特性により、これが本発明で述べたX－Yのアドレス指定可能なX線センサマトリックスの製造に使用できる。

【0109】

この実施例は、電圧切り換え可能なX線センサがマイクロスイッチと薄膜X線センサを集積化することにより構築できることを示している。集積化されたセンサの素子（画素）が、順方向でバイアスされる場合、画素はオンに切り替えられ、電流強度はX線照射の強度に比例する。ゼロまたは逆方向バイアスでは、この同じ装置はX線照射に応答しない。このスイッチング特性は、このような集積型装置を、x－yのアドレス指定可能な受動型X線センサマトリックスを構築するための理想的な画素にする。可視光発光ダイオードを、マイクロスイッチ（例えば、Al電極23をCa／Al二層電極に置きかえたもの）、この実施例に示される集積型装置またはそのような集積型装置のマトリックスとして使用する場合、X線強度はマイクロスイッチの認識できるエレクトロルミネッセンス強度によって反映され、X線インジケータを形成できる。

【0110】

この実施例は実施例9と共に、環境条件によりその導電性またはバリエーションが変化するセンサ層を配置することにより、さまざまなセンサ装置（例えば、UV、X線、遠赤外線、マイクロ波および電波のようなある範囲の電磁スペクトルに鋭敏な放射センサ）を構築できることを示している。磁場、機械的圧力および音波に敏感なセンサもまた、この一般原理を利用して作製できる。

【0111】

（実施例11）

ガラス基板上にAu／MEH－PPV／Ca／Alの形態でマイクロスイッチを作製した。Ca層の厚さは1nmから1000nmの間で変化させた。ガラス基板上の、露出したCa膜の横方向の抵抗（基板表面に対して並向な抵抗）の測定により、Ca膜が約10nm以下の厚さのときに不連続な顆粒を形成することが明らかになった（詳細な閾値は基板の表面粗さに関係する）。10nm未満の

C aの厚さを有するマイクロスイッチのI-V性能は、10 nmよりも厚いC a膜のものと同様であり、A lよりむしろC aの仕事関数により決定される。

【0112】

この実施例は、横方向に不連続な顆粒形態で、薄い金属層を電極材料として使用してマイクロスイッチのI-V性能を規定できることを示唆している。このような金属層は、縦方向に高い導電性を有し、横方向に絶縁性を有する新しい薄膜を提供する。これらは、パターン化をしないでコンタクト層23、33（センサおよびマイクロスイッチの共通電極）を作製するのに有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

仕事関数が同じまたは異なる2つの導電性電極（11、13）の間にはさまれた半導体膜（12）で作製された固体マイクロスイッチの断面図である。

【図2A】

外部環境条件に応じて変化する（導電性、電位差のような）電気的特性を有するマイクロスイッチおよび検知装置を含む切り替え可能な二端子検知素子（20）の断面図である。

【図2B】

図2Aの構造に対する別の構造であって、センサ層24が基板（26）に近接配置された構造の断面図である。

【図2C】

図2Aおよび図2Bの等価回路の概略図である。

【図3A】

行電極（35）のアレイおよび列電極（31）のアレイで構成された列と行列一行のアドレス指定可能なセンサマトリックスの構造を示す図である。列および行の電極の各接合点は、図2に示されるのと同様の切り替え可能な検知素子である。

【図3B】

図3Aのものと逆の構造を示す図である。

【図4】

8×14センサマトリックスの等価回路を示す図である。

【図5A】

ITO/MEH-PPV/Caの形態で作成されたマイクロスイッチのI-V特性 (a) および整流比、 R_f (b) を示すグラフである。

【図5B】

ITO/MEH-PPV/Caの形態で作成されたマイクロスイッチのI-V特性 (a) および整流比、 R_f (b) を示すグラフである。

【図6A】

Au/MEH-PPV/Alの形態で作成されたマイクロスイッチのI-V特性 (a) および整流比、 R_f (b) を示すグラフである。

【図6B】

Au/MEH-PPV/Alの形態で作成されたマイクロスイッチのI-V特性 (a) および整流比、 R_f (b) を示すグラフである。

【図7A】

ITO/MEH-PPV:PCBM/Alの形態で作成されたマイクロスイッチのI-V特性 (a) および整流比、 R_f (b) を示すグラフである。

【図7B】

ITO/MEH-PPV:PCBM/Alの形態で作成されたマイクロスイッチのI-V特性 (a) および整流比、 R_f (b) を示すグラフである。

【図8A】

Ag/PANI-PAAMPSA/MEH-PPV/Caの形態で作成されたマイクロスイッチのI-V特性 (a) および整流比、 R_f (b) を示すグラフである。

【図8B】

Ag/PANI-PAAMPSA/MEH-PPV/Caの形態で作成されたマイクロスイッチのI-V特性 (a) および整流比、 R_f (b) を示すグラフである。

【図9A】

ITO/p-i-n/Alの形態で作成され、半導体層がアモルファスシリコ

ンフィルムであるマイクロスイッチの $I-V$ 特性 (a) および整流比、 R_r (b) を示すグラフである。

【図 9 B】

$ITO/p-i-n/Al$ の形態で作成され、半導体層がアモルファスシリコンフィルムであるマイクロスイッチの $I-V$ 特性 (a) および整流比、 R_r (b) を示すグラフである。

【図 10 A】

$ITO/MEH-PPV/Ca$ の形態で作成されたマイクロスイッチの $dI/dV-V$ (a)、 $G-V$ (b) および電流積分値 $\int I dV-V$ (c) の特性を示すグラフである。

【図 10 B】

$ITO/MEH-PPV/Ca$ の形態で作成されたマイクロスイッチの $dI/dV-V$ (a)、 $G-V$ (b) および電流積分値 $\int I dV-V$ (c) の特性を示すグラフである。

【図 10 C】

$ITO/MEH-PPV/Ca$ の形態で作成されたマイクロスイッチの $dI/dV-V$ (a)、 $G-V$ (b) および電流積分値 $\int I dV-V$ (c) の特性を示すグラフである。

【図 11】

$ITO/MEH-PPV/Ca$ 装置の、 -73°C から $+127^\circ\text{C}$ (200K から 400K) の温度範囲での電流 v s 温度特性を示す図である。

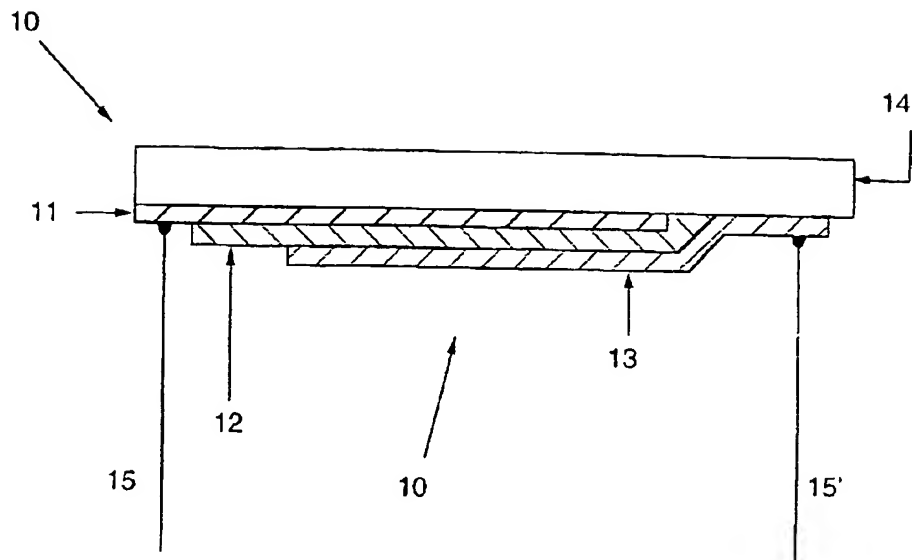
【図 12 A】

10×10 温度センサマトリックスの電流画像 (画素電流分布) (a) および同じマトリックスからの対応する温度画像 (b) を示す図である。

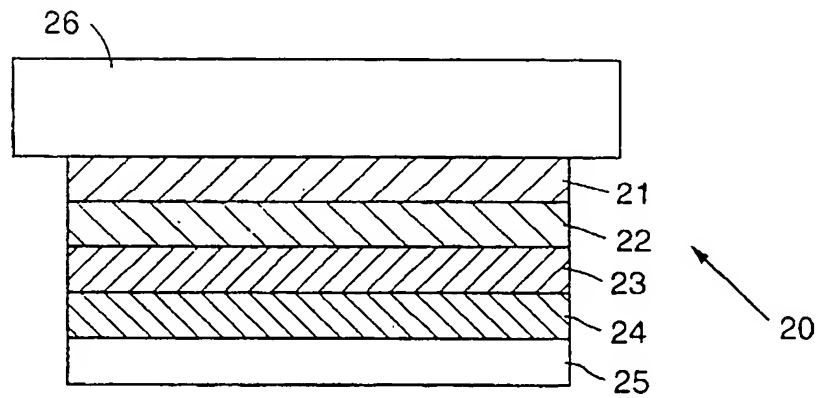
【図 12 B】

10×10 温度センサマトリックスの電流画像 (画素電流分布) (a) および同じマトリックスからの対応する温度画像 (b) を示す図である。

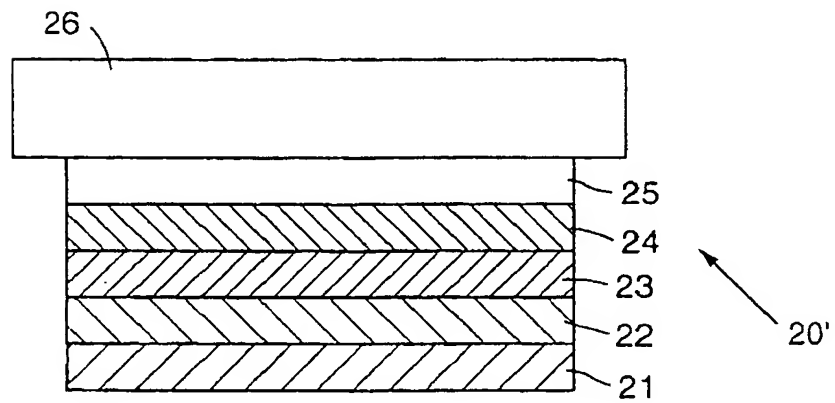
【図1】



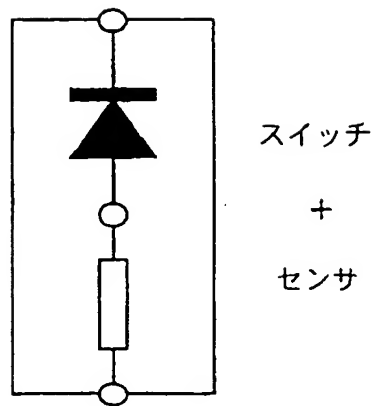
【図2A】



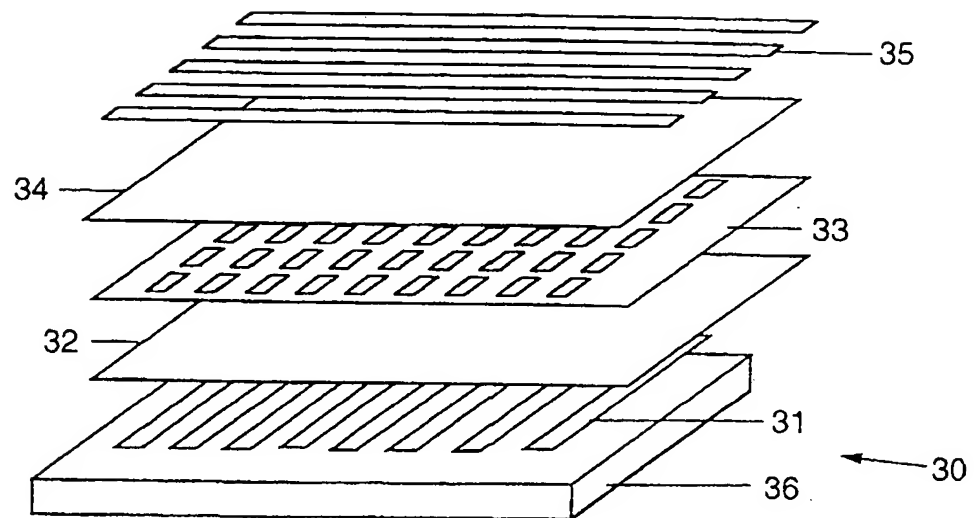
【図2B】



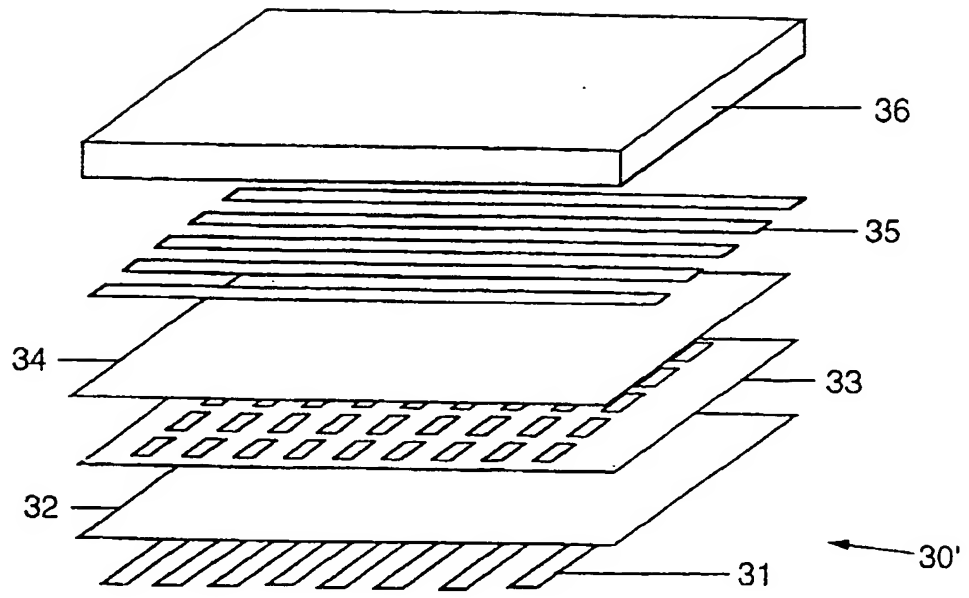
【図2C】



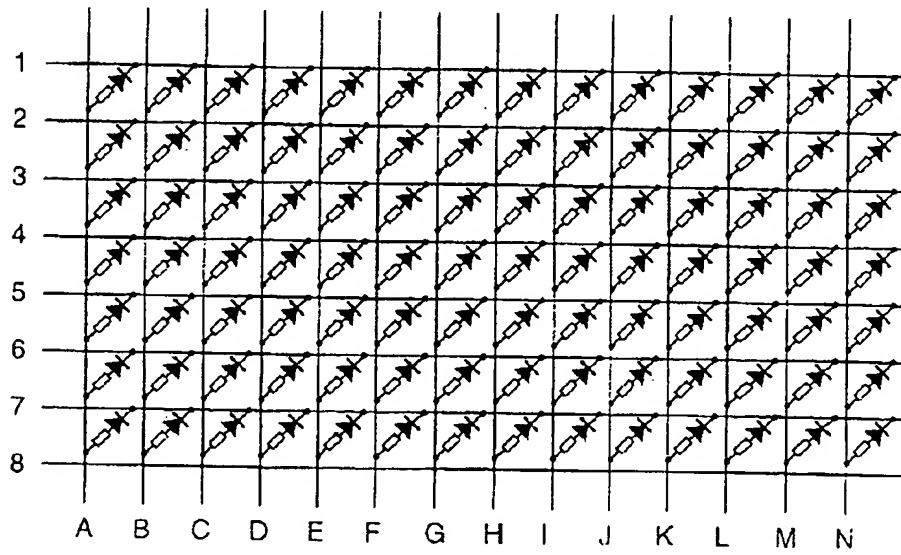
【図3A】



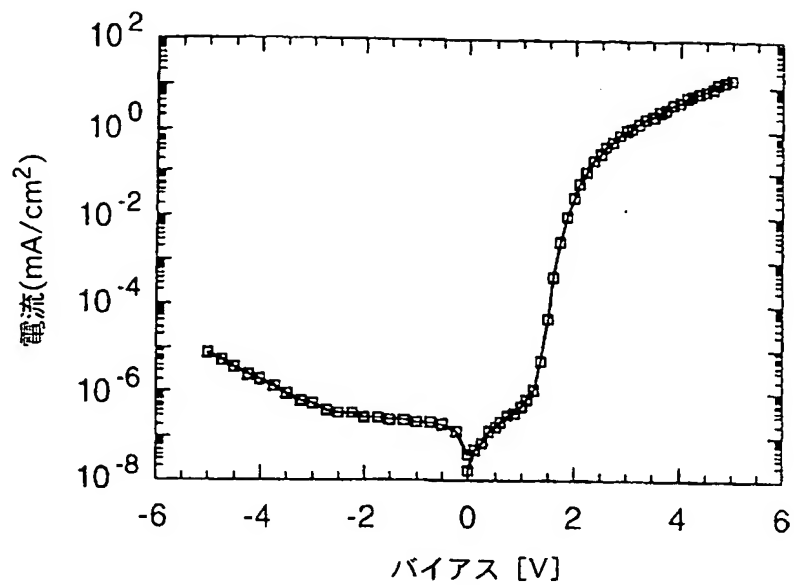
【図 3 B】



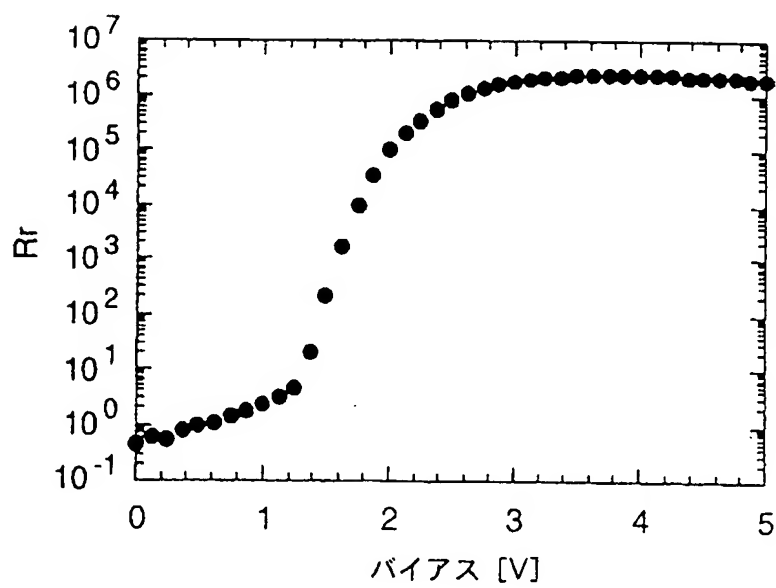
【図4】



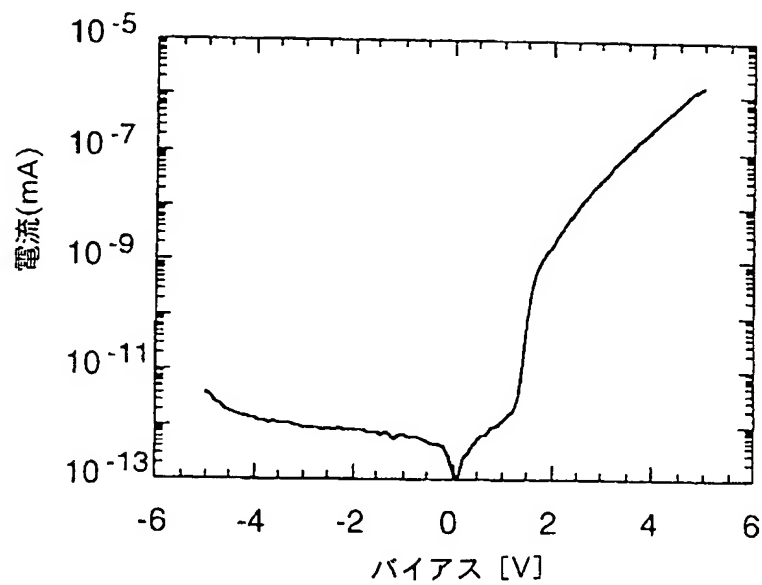
【図5 A】



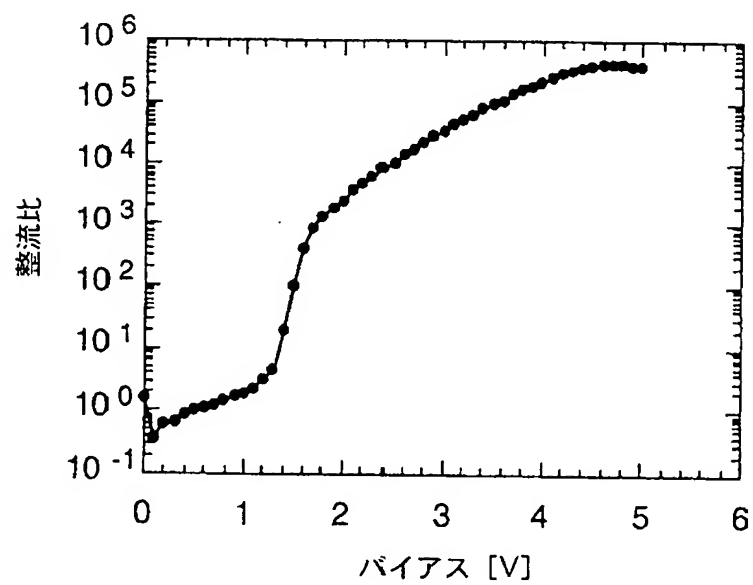
【図5 B】



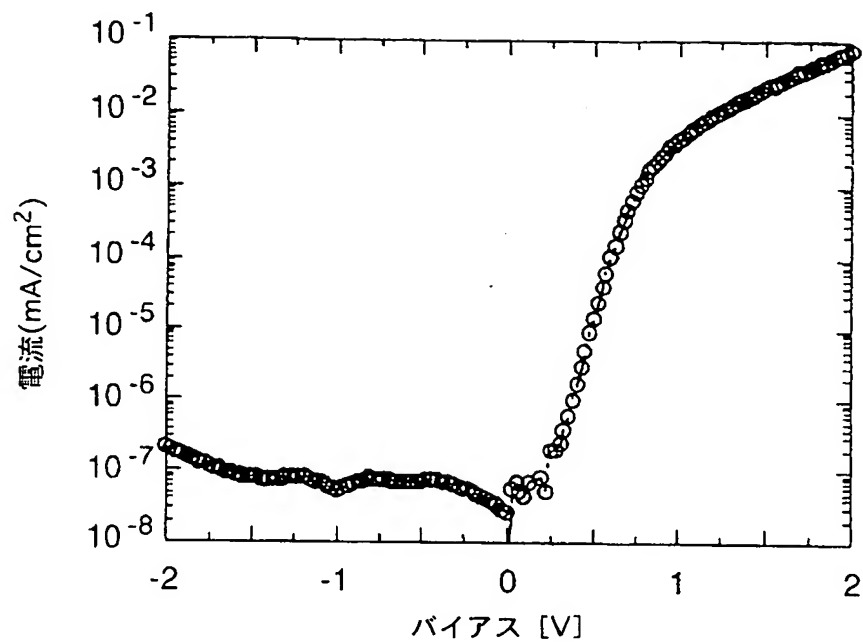
【図6 A】



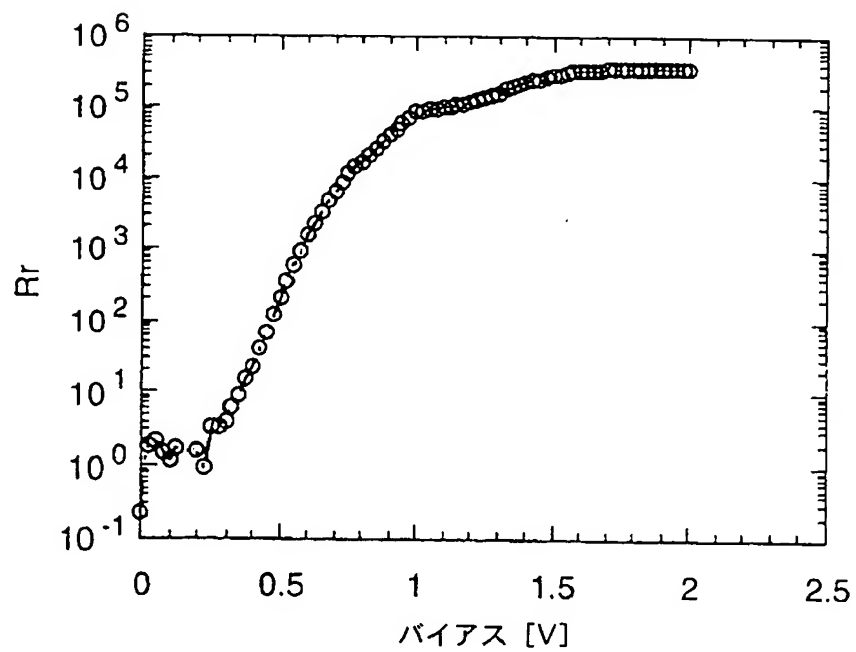
【図6 B】



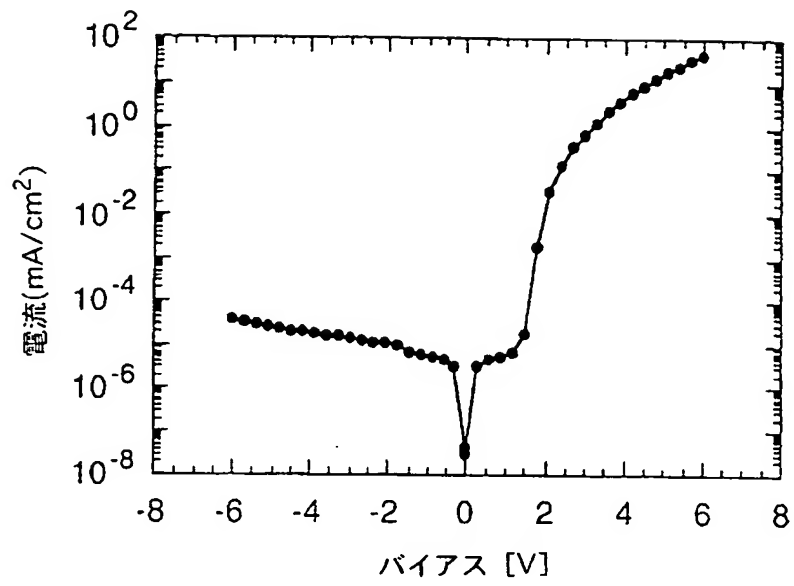
【図7A】



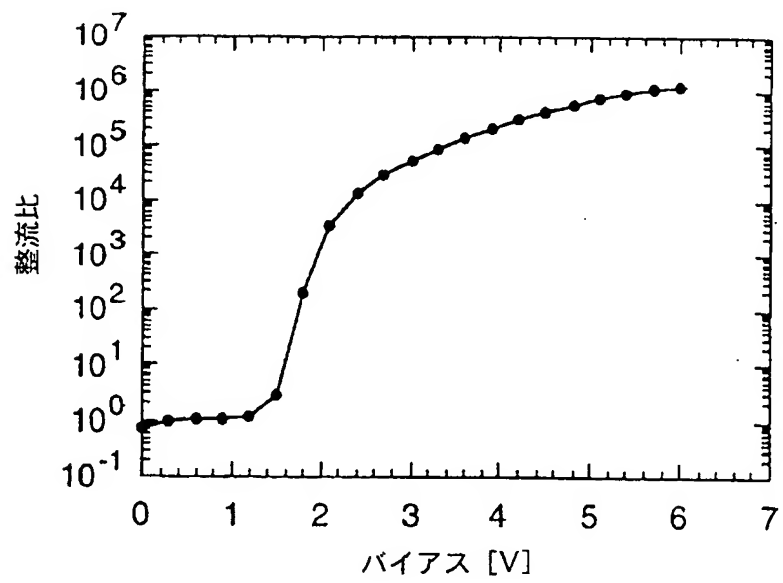
【図7B】



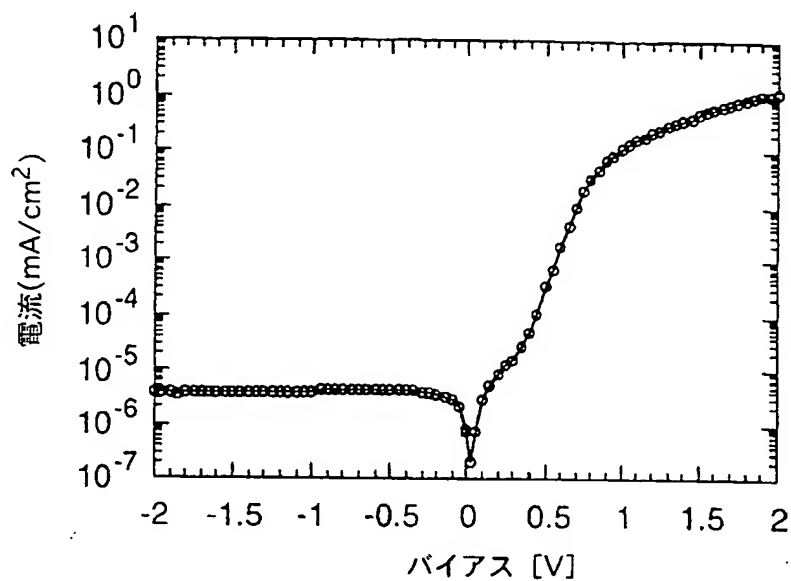
【図8A】



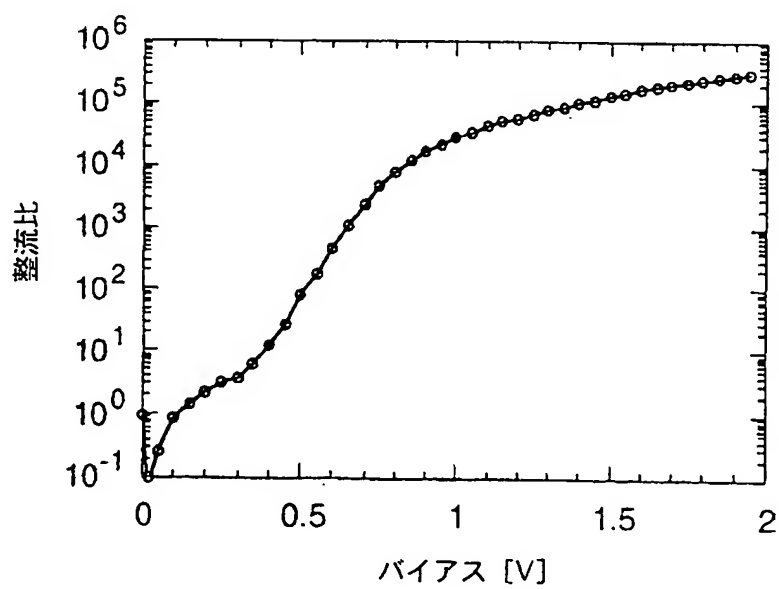
【図8B】



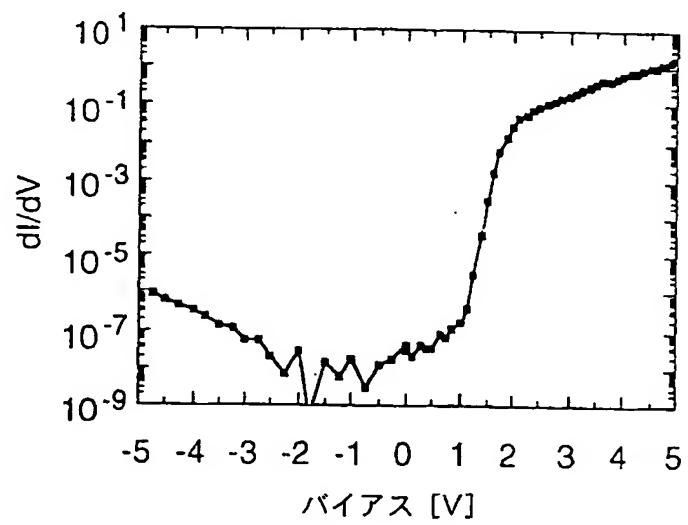
【図9A】



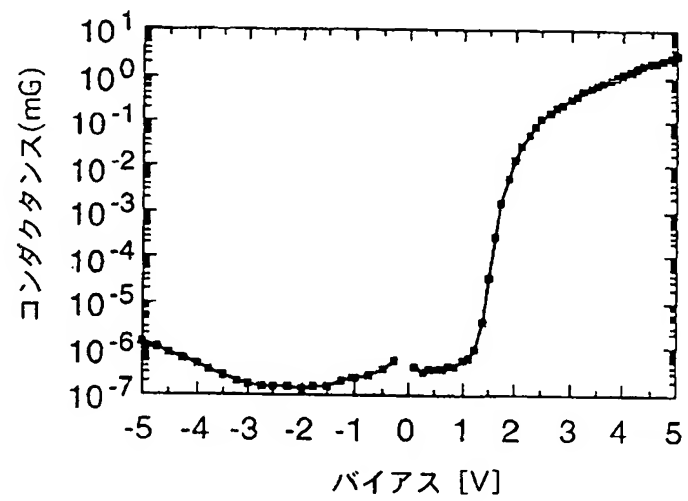
【図9B】



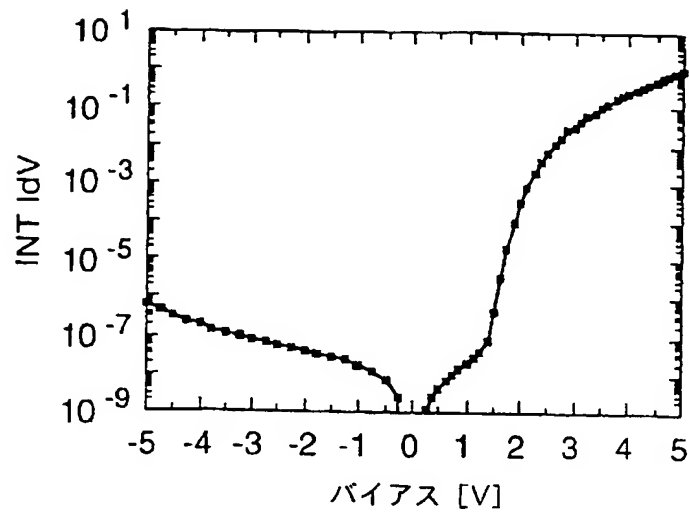
【図10A】



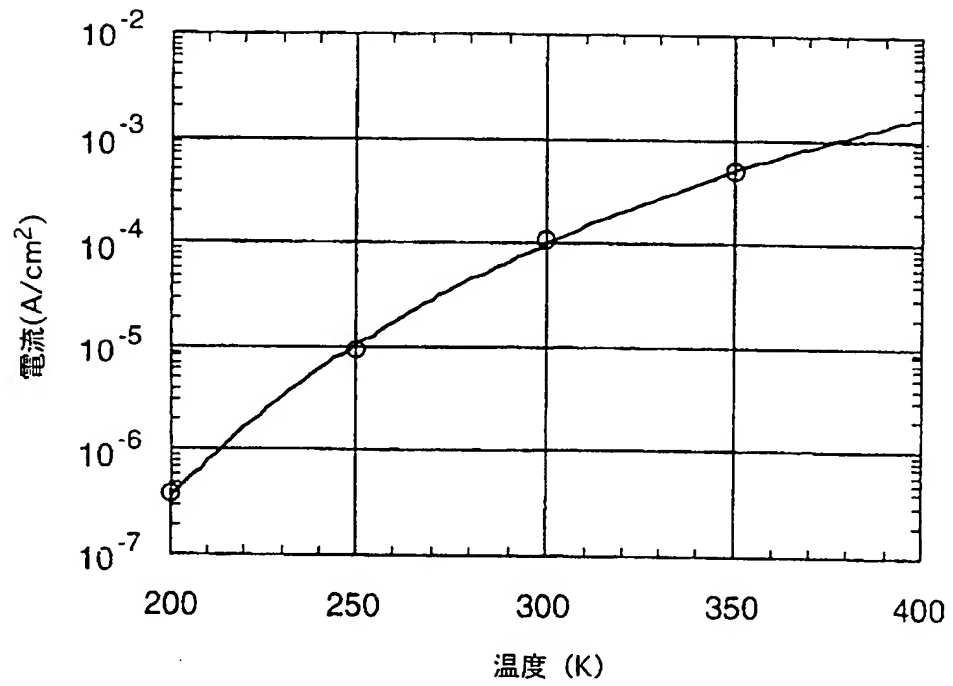
【図10B】



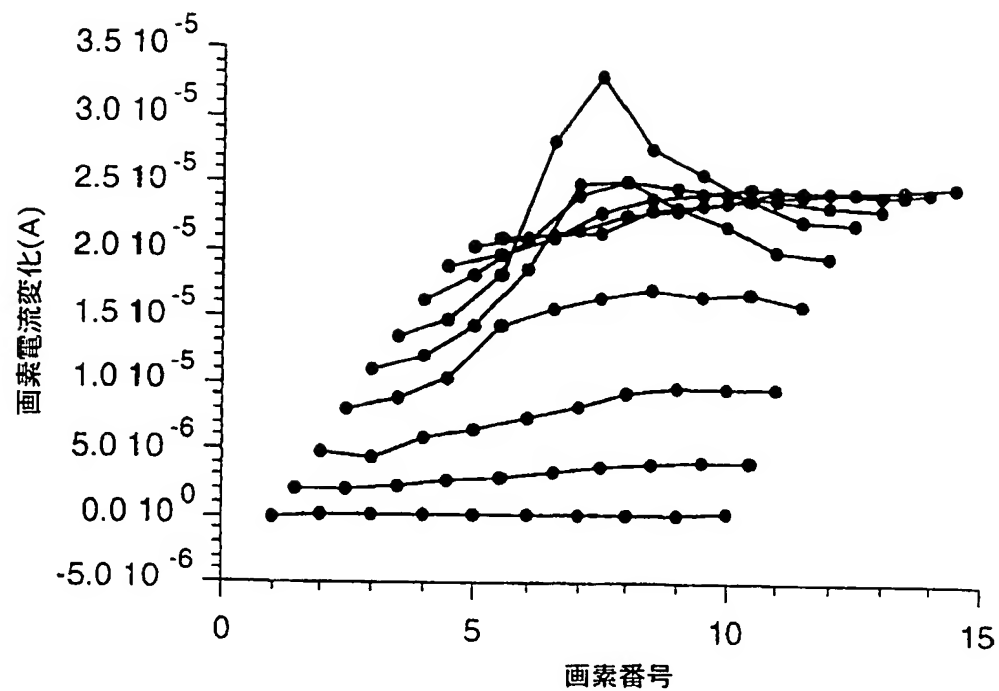
【図10C】



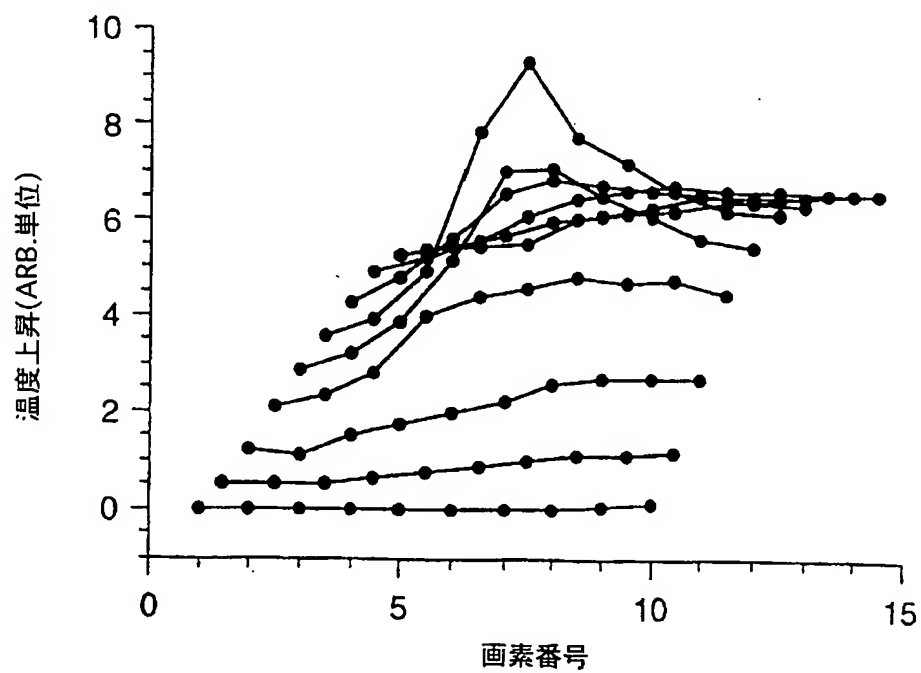
【図11】



【図12A】



【図12B】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No.
PCT/US 99/02239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H01L51/20 H01L27/146		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 31909 A (UNIX CORP) 10 October 1996 see abstract; figures 5,6 see page 6, line 22 - line 28 see page 9, line 15 - line 28 see page 14, line 11 - page 15, line 21 see page 17, line 27 - line 35 see page 20, line 5 - page 21, line 12	1,2, 4-10, 13-28,31
Y	---	32,34,36
Y	US 4 906 855 A (BERGER JEAN-LUC ET AL) 6 March 1990 see abstract; figures 1,3-5 see column 2, line 1 - column 3, line 54 -/--	32,34,36
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 May 1999		Date of mailing of the international search report 31/05/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tr. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3010		Authorized officer Visscher, E

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Patent Application No.
 PCT/US 99/02239

C/(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 580 445 A (SHARP KK) 26 January 1994 see abstract; figures 1,2 see column 1, line 1 - line 32 see column 3, line 45 - column 5, line 18 see column 7, line 12 - line 24 see claims 1,4	1,2,7,10
A	US 3 833 894 A (AVIRAM A ET AL) 3 September 1974 see figures 1,2,7 see column 1, line 54 - column 2, line 25 see column 15, line 54 - column 16, line 56 see column 19, line 18 - column 20, line 21	1-41
A	EP 0 330 395 A (CANON KK) 30 August 1989 see abstract; figures 1,2 see page 2 see page 5, line 36 - page 6, line 28	1,13, 22-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 99/02239

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9631909 A	10-10-1996	AU 5386296 A US 5804836 A	23-10-1996 08-09-1998
US 4906855 A	06-03-1990	FR 2627922 A EP 0331546 A JP 1252077 A JP 2771221 B	01-09-1989 06-09-1989 06-10-1989 02-07-1998
EP 0580445 A	26-01-1994	JP 6043497 A KR 128815 B US 5396354 A	18-02-1994 10-04-1998 07-03-1995
US 3833894 A	03-09-1974	NONE	
EP 0330395 A	30-08-1989	JP 1214078 A JP 2675803 B DE 68928024 D DE 68928024 T US 5170238 A	28-08-1989 12-11-1997 12-06-1997 02-10-1997 08-12-1992

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	マーク (参考)
H 0 1 L 31/09		H 0 1 L 29/48	Z
35/24		31/00	A
(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I T, LU, MC, NL, PT, SE), OA (BF, B J, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP (GH, GM, K E, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, D K, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, L T, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, U A, UG, UZ, VN, YU, ZW			
Fターム (参考) 2G065 AA04 AA11 AB02 AB04 AB05 BA06 BA09 BA29 BA34 BB25 BB30 BE01 4M104 AA01 AA02 AA06 BB02 BB04 BB08 BB09 BB36 GG03 GG05 4M118 BA05 CA06 CB01 CB07 CB08 FB15 5F088 AA01 AB02 AB09 AB11 BA16 BA18 BB10 DA01 EA04 EA08 FA02			